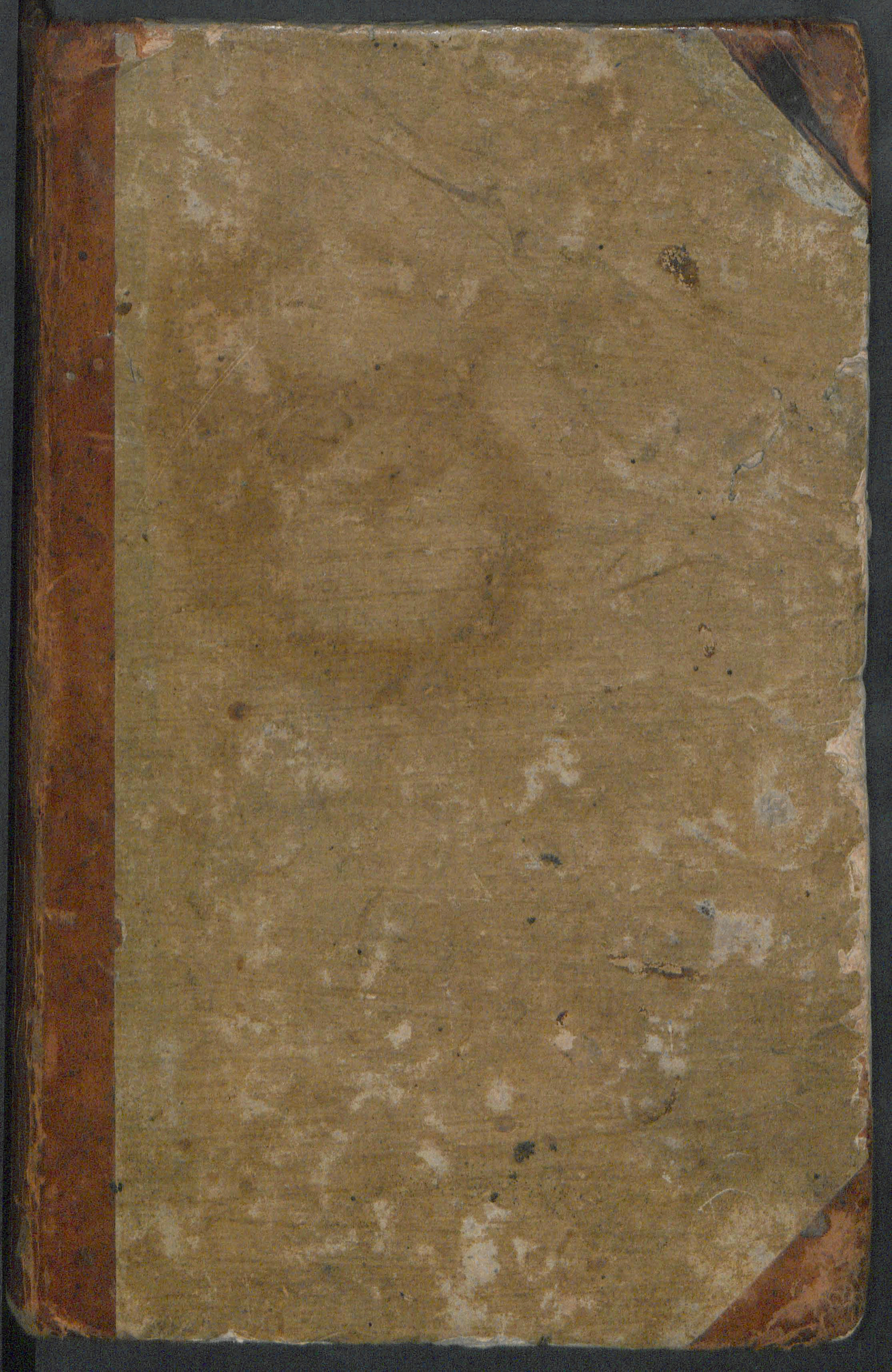


Сія книга куплена въ Тулѣ ю
Заплачена 1 р. 70 к.

~~321~~

№ 77.

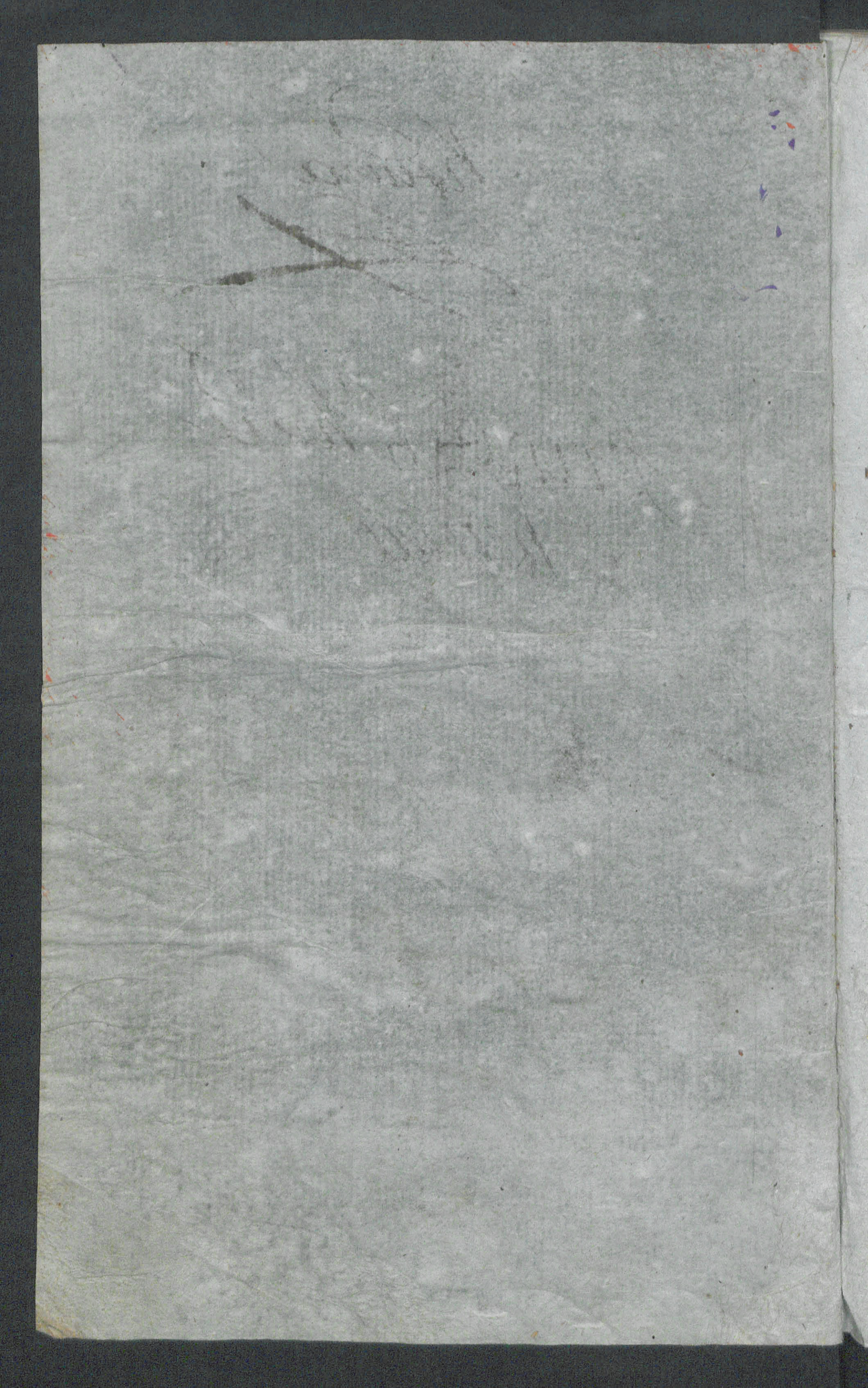
~~N. 1062.~~

1322 Книга

Карачев кни

книга

N 1322



НАЧАЛЬНЫЯ ОСНОВАНІЯ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ,

Сочиненіе

Г. БРИССОНА,

Парижской Академіи Наукъ Члена, Физики и Натуральной Исторіи Учителя дѣтей Короля Французскаго, Королевскаго Профессора Опытной Физики въ Королевской Наваррской Коллегіи и Королевскаго Цензора.

Переведено

П. Страховымъ,

шестаго класса, Опытной Физики Профессоромъ П. О. и обѣихъ Гимназій при Университетѣ Инспекторомъ.

Для употребленія учащихся въ Императорскомъ Московскомъ Университетѣ.

Томъ Первый.

МОСКВА, 1801.
ВЪ Университетской Типографіи,
у Хр. Клаудія.

ВСЕПРЕСВѢТЛѢЙШЕМУ

ДЕРЖАВНѢЙШЕМУ

ВЕЛИКОМУ ГОСУДАРЮ

ИМПЕРАТОРУ

АЛЕКСАНДРУ ПАВЛОВИЧУ,

САМОДЕРЖЦУ ВСЕРОССІЙСКОМУ,

ГОСУДАРЮ ВСЕМИЛОСТИВѢЙШЕМУ.

ВСЕМИЛОСТИВѢЙШІЙ ГОСУДАРЬ!

Высочайшее ВАШЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА благоволеніе, Московскому Университету изъявленное, ободрило меня, яко питомца и члена сего Училища, посвятить ВАШЕМУ ИМПЕРАТОРСКОМУ ВЕЛИЧЕСТВУ посильной сей трудъ мой, предпринятый для руководства учащихся, дабы Всепресвѣтлѣйшимъ Именемъ ВАШИМЪ привлекаемые, тѣмъ съ вящшею охотою вникали они въ важное познаніе Натуры.

Удостойте, Всемилостивѣйшій Государь! сіе съ глубочайшимъ благоговѣніемъ къ освященнымъ стопамъ ВАШИМЪ полагаемое при-

ношенїе Высокомонаршаго ВАШЕГО *воззрѣнїя, да оживотворенный оным*, *по всей возможности сил*, *труды к* *трудам* *приложу на пользу юношества.*

ВСЕМИЛОСТИВѢЙШІЙ ГОСУДАРЬ!

ВАШЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА

всеподданнѣйшїй

Петр Страхов.

ПРЕДУВѢДОМЛЕНІЕ
отъ
Переводчика.

Сочиненіе сіе, одобренное одною изъ славныхъ Академій Наукъ въ Европѣ, переведено на Россійскій языкъ и издается, также по одобренію Императорскаго Московскаго Университета Конференціи, Господами Начальниками утвержденному; въ пользу слушающихъ въ семъ Училищѣ Физическія лекціи. Не безполезно можетъ оное быть и для всѣхъ любителей Физики. Въ немъ найдутъ они всѣ важнѣйшія и полезнѣйшія, какъ прежнія, такъ и новыя въ сей Наукѣ открытія; основательно, просто, кратко, связно предложенныя; также нѣкоторое руководство къ Наукамъ, начала свои отъ Физики заимствующимъ; какъ то: къ Гидростатикѣ, Гидравликѣ, Механикѣ, Оптикѣ, Катоптрикѣ, Діоптрикѣ и Физической Астрономіи.

Переводъ сей, по образцу оригинала, раздѣленъ на три Тома. Но какъ Переводчикъ, нѣсколько уже лѣтъ преподавая, по руководству сего сочиненія, Опытную Физику, находитъ нужнымъ, для пользы своихъ слушателей, пополнить нѣкоторыя статьи (что можетъ быть и прочіе Любители сей Науки найдутъ не излишнимъ): то, ежели ничто не попрепятствуетъ, намѣренъ онъ издать въ четвертой книжкѣ прибавленія и реэстръ терминовъ Физическихъ на Россійскомъ, Латинскомъ, Нѣмецкомъ и Французскомъ языкахъ, съ указаніемъ на тѣ мѣста, въ которыхъ термины сіи упомянуты, или объясняются, приложа къ сему означеніе словъ, взятыхъ съ Греческаго языка.



ОГЛАВЛЕНІЕ.

Цыфрами означены параграфы, а не страницы.

Параграф.

Параграф.

Конецъ Оглавленїя.

Начальныя основанія

опытной физики.

1. Физика есть пространнѣйшая изъ всѣхъ наукъ; она имѣетъ предметомъ всѣ тѣла натуры: и въ семъ отношеніи сравнить съ нею можно токмо Исторію натуральную; но сея предметъ есть не столь общій; ибо она разсуждаетъ о земныхъ тѣлахъ; а Физики владычество не ограничивается единою землею; но даже до небесъ простирается.

2. Предметъ Физики, а наипаче опытной, которую мы здѣсь предлагаемъ, есть познавать явленія Натуры, чрезъ доводы самаго дѣйствія и показывать причины оныхъ. Чрезъ дѣйствія натуры получаемъ свѣдѣніе о явленіяхъ, чрезъ другія же дѣйствія доказываются намъ причины оныхъ.

3. Однако есть нѣкоторое число дѣйствій, которыхъ причина совсѣмъ намъ неизвѣстна; ибо мы не все знаемъ. Единообразныя всегда и постоянныя дѣйствія называютъ Физики *свойствами*, и употребляютъ къ изъясненію многихъ явленій. Не всѣ свойства тѣлъ мы знаемъ; потому, что мы отъ времени до времени открываемъ новыя. Кто можетъ утверждать, что онъ открылъ послѣднее? Изъ извѣстныхъ намъ свойствъ однѣ принадлежатъ всѣмъ тѣламъ безъ разбору, а другія только нѣкоторымъ тѣламъ. Первыя называются *свойствами общими*, какъ-то: *Протяженіе*, *Дѣлимость*, *Фигура*, *Непроницаемость*, *Поры*, *Рѣдимость*, *Сгустимость*, *Сгнѣтаемость*, *Упругость*, *Разширительность*, *Движимость*, *Косность или упорство*. Вторыя называются *частными свойствами*; таковы суть: *Ковкость*, *Жидкость* и проч.

Сперва будемъ разсматривать общія свойства, потомъ частныя.

ГЛАВА I.

О общихъ свойствахъ тѣлъ.

4. *Тѣлами* называются всѣ существа матеріальныя, которыя всѣ совокупно составляютъ вселенную, и которыя даютъ намъ себя чувствовать посредствомъ нѣкоторыхъ нашихъ чувствъ.

5. Свойства тѣлъ познаются токмо чрезъ опытъ: и такъ мы должны почитать тѣ свойства общими, которыя находятся во всѣхъ тѣлахъ, и которыя въ нихъ усматриваемъ нашими чувствами.

Протяженіе.

6. При разсматриваніи, или при воображеніи себѣ тѣла, первое представляется нашимъ чувствамъ, или въ нашихъ мысляхъ, *Протяженіе* онаго, то есть, опредѣленная величина, которую мы всегда представляемъ сложенною изъ частей. Сіе протяженіе имѣетъ всегда три измѣренія: *долготу*, *широту* и *глубину* или *толстоту*, которыя Геометръ часто разсматриваетъ и измѣряетъ отдѣльно одну отъ другой, но которыхъ Физикъ никогда не раздѣляетъ; ибо онъ принимаетъ въ разсужденіе всѣ вещи таковыми, каковы они есть. А какъ

всякое тѣло, сколь бы мало оно ни было, имѣетъ всегда верхъ и низъ, переднюю и заднюю, правую и лѣвую сторону: то всѣ сіе вмѣстѣ взятое необходимо должно составлять длину, ширину и толстоту. Когда же всякое тѣло имѣетъ сіи три измѣренія, то необходимо должно имѣть ему *протяженіе*. Правда, что сихъ трехъ измѣреній не видимъ во всѣхъ тѣлахъ; есть толь малыя тѣла, что наши глаза не могутъ ихъ усматривать, ниже наши персты ихъ ощущать: но какъ во всѣхъ тѣлахъ, которыя подпадаютъ нашимъ чувствамъ, примѣчаемъ сіе протяженіе, то можемъ утверждать, что оное принадлежитъ всѣмъ тѣламъ вообще.

Дѣлимость.

7. Мы не можемъ имѣть идеи о тѣлѣ, не представляя купно въ умѣ, что оное сложено изъ частей (6): и такъ всѣ тѣла почитаемъ составными. Сіи части, составляющія такимъ образомъ тѣло, могутъ быть отдѣлены другъ отъ друга: почему всѣ тѣла суть раздѣлимы. И такъ *Дѣлимость* есть общее свойство тѣлъ: однѣ токмо Атомы дѣйствительнымъ образомъ нераздѣлимы, ежели они существуютъ.

Сія

Сія дѣлимость доказана относительно къ тѣламъ ощутительной величины: всякому извѣстно, что тѣло можетъ раздѣлено быть на 2 на 4 на 10 на 1000 частей и проч. Но до чего простирается сія дѣлимость? Когда дѣленіе доведено до извѣстнаго предѣла: то перестаютъ ли тѣла быть дѣлимы или дѣлятся до безконечности? Симъ вопросомъ занималися Физики гораздо болѣе, нежели сколько онъ заслуживаетъ. Неоспоримо, что дѣленіе тѣлъ можетъ простираться весьма далеко, и даже далѣе нежели сколько воображеніе могло бы постигнуть, естьли бы опыты ему не вспомоществовали. По чему сія токмо дѣлимость на самыя мѣлкія части можетъ быть доказана опытомъ.

ОПЫТЪ. Дроби кусокъ дерева до того, чтобъ превратить его въ пылинки неосязаемыя; каждая изъ сихъ пылинокъ дерева, сколь ни мала, еще остается весьма удобораздѣлима; ибо она еще дерево, и слѣдовательно существо сложенное изъ весьма разныхъ между собою началъ, какъ то, изъ воды, земли, частицъ масленыхъ, соляныхъ и проч. которыя могутъ быть отдѣляемы посредствомъ жженія, и изъ которыхъ одни разлетаются въ видѣ пламени, а другія въ видѣ дыма, иныя же остаются

постоянными и составляютЪ пепелЪ, соль и проч. коль великое должно быть сіе дѣленіе?

ОПЫТЪ. Ежели распустишь нѣсколько пленокЪ мѣди вЪ маломЪ количествѣ селитряной кислоты и сей растворЪ разведешь вЪ довольно великомЪ количествѣ воды; то вся она будетЪ отЪ того чувствительно выкрашена. Какому чрезвычайному должно быть здѣсь дѣленію? Ибо что бы краска была примѣтна, должно находиться многимЪ ея частицамЪ вЪ каждой капелькѣ воды. При всемЪ томЪ каждая изЪ сихЪ частицЪ еще дѣлима: ибо она есть мѣдь, которую можно собрать, высушивЪ чрезЪ испареніе, и такЪ она еще вещество, сложенное изЪ началЪ весьма разныхЪ.

ОПЫТЪ. Когда прохаживаешься вЪ саду, вЪ которомЪ растутЪ цвѣты и древа душистыя, какЪ то: померанцовыя деревья, розы, туберозы и проч. то воздухЪ такЪ наполненЪ запахомЪ сихЪ цвѣтовЪ, что вездѣ его чувствуешь. До какой же степени тонкости должны доведены быть сіи малыя частицы пахучія, и до какого предѣла простирается дѣлимость ихЪ, дабы быть имЪ разсыпаннымЪ по толь великому пространству, занимая прежде столь малое мѣсто вЪ цвѣткѣ ихЪ источающемЪ? При всемЪ

томЪ

томъ онѣ еще раздѣлимы; ибо вѣроятно, что разность впечатлѣнія дѣлаемаго каждою частицею въ нашемъ органѣ, дающая намъ способъ различать сію частицу отъ другихъ, зависитъ отъ разнаго сочетанія началъ, ее составляющихъ.

8. Можно еще привесть многіе примѣры, которые всѣ доказываютъ, что матерія можетъ дѣлиться на части гораздо тончайшія, нежели какія мы себѣ въ воображеніи представить можемъ: сюда принадлежитъ искуство дѣлать листовое золото, красить, и проч. Золото разбивается искуствомъ въ тонкіе листы, употребляемые на позолоту. Утоненіе сихъ листовъ столь велико, что по примѣчаніямъ Реомюра, тритцать тысячь такихъ листковъ потребно положить другъ на друга къ составленію толщины въ одну линею; а по свидѣтельству Боилея (de Mira Subtilitate Effluviorum cap. 2) 50 дюймовъ квадратныхъ сихъ листковъ вѣсятъ только одинъ гранъ. Но дюймъ раздѣлить можно на 200 доль, и такъ каждой квадратной дюймъ можетъ быть разсѣченъ на 200 полосокъ, а каждая полоска на 200 маленькихъ квадратовъ, изъ коихъ всякой удобно видѣть можно простымъ глазомъ, слѣдственно еще можетъ быть дѣлимъ. По

сему вЪ каждомЪ квадратномЪ дюймѣ будетЪ 40000 частей видимыхЪ, которыя бывЪ помножены на 50, число квадратныхЪ дюймовЪ вЪ одномЪ гранѣ содержащихся, составятЪ 2000000. Искуство тянуть золото представляетЪ еще примѣрЪ удивительнѣе, который тщательно примѣченЪ Г. РеомюромЪ (Mem. de l'Acad. des Scien. année 1613. pag. 204. et ſuiv.) МастерЪ сего дѣла есть тотЪ, которой приготовляетЪ серебряную нитку позолоченую, которая употребляется на парчи, голуны, шитье и пр. КоличествомЪ золотыхЪ листковЪ никогда не превышающихЪ вѣсомЪ шести унцій, которое иногда уменшается до одной, покрывается цилиндрЪ около 22 линій вЪ длину, вЪ 15 линій вЪ діаметрѣ и вѣсомЪ вЪ 45 марокЪ. Сію позолоченую скалку тянутЪ попеременно сквозь скважины вЪ стальныхЪ полосахЪ сдѣланныя, которыя уменьшаются часЪ отЪ часу, такЪ что она вытягиваясь вЪ длину и убывая вЪ толщину становится тонка какЪ волосЪ, а длинна на 193920 тоазовЪ или около 85 ФранцузскихЪ миль, ежели по 2283 туазовЪ считать вЪ каждой милѣ (*) Во время сего дѣйствія золото растягивается по серебреной нит-

(*) На рускую мѣру будетЪ около 350 верстЪ.

ниткѣ, такъ что ни въ одномъ мѣстѣ серебра не видно. Потомъ тянутъ ее между двумя полированными стальными катками, чтобы сдѣлать ее плоскою, отъ чего она прибавляется въ длину на седьмую долю; и сія плоская нить съ обѣихъ сторонъ остается позолоченою. И такъ изъ сего выходитъ двѣ золотыя плоскія нити длиною по 97 Фр. миль. На сколько же частей сію длину раздѣлить можно? Но золотой слой растягиваясь такъ утоняется, что толстота его по Реомюрову вычисленію, не болѣе 525000 части линій. А по сему удивительно ли, что треніе такъ скоро дѣлаетъ изъ золотыхъ нашихъ голуновъ серебреные? Искуство красильщика не менѣе доказываетъ удивительную дѣлимость матеріи. Не великое количество потребно краски, на окрашеніе половинки сукна. Положимъ, что можно всѣ волокны шерсти, находящейся въ кускѣ, одно съ другимъ составить концами. Какая удивительная будетъ длина ихъ? На сколько доль можно ихъ рѣзать ножницами? Каждая долька будетъ маленькій кружекъ, въ окружности окрашенный, которой по крайней мѣрѣ можетъ раздѣленъ быть на 360 частей, какъ Геометры сіе дѣлаютъ. Воображеніе почти не обѣемлетъ сихъ чиселъ.

9. Но когда мы довели раздѣленіе тѣлъ столь далеко, сколько то возможно, и далѣе простирать его недостаетъ средствъ, то что должны мы думать? До безконечности ль дѣлима матерія или нѣтъ? Вопросъ сей таковъ, что трудно на оной отвѣтствовать, но до котораго намъ, по щастію, мало нужды. Что касается до насъ, то мы думаемъ, что должно почитать матерію саму по себѣ за раздѣлимую до безконечности, или по крайней мѣрѣ до безпредѣльности, то есть, что мы не знаемъ предѣла дѣлимости, за которымъ можно бы было почитать каждую частицу матеріи, такимъ образомъ раздѣленную, за недѣлимую по себѣ самой, хотя и не имѣешъ способа, дробить сіи малыя массы: ибо каждая такая крупинка составлена изъ частей; каждая имѣетъ двѣ соединенныя половинки, которыя можно себѣ представить удободѣлимыми; а по раздѣленіи сихъ половинокъ то же можно сказать и о каждой изъ нихъ и такъ далѣе до безконечности. И такъ изъ сего можно заключить слѣдующее, что идеальная дѣлимость, которую можно вообразить себѣ, не имѣетъ предѣловъ. Физическая же дѣлимость, до безконечности возможна или нѣтъ, есть такой вопросъ, ко-

которой никогда рѣшенъ быть не можетъ; ибо всегда будетъ предѣлъ, за которымъ не будетъ доставать намъ средствъ дробить тѣло. Словомъ, дѣлимость доведенная до послѣдней степени и частей тончайшихъ, нежели какъ представить себѣ можемъ, есть одна подлинная, которую опытъ доказать можетъ.

Фигура.

10. Подъ словомъ *Фигуры* разумѣется то свойство тѣлъ, по которому имѣютъ они всегда какое нибудь очертаніе. Не трудно понять, что никакое тѣло не можетъ существовать не имѣя какой либо фигуры. Ибо каждое тѣло большое, или малое, составлено изъ нѣкотораго количества матеріи, которое называется *Массою* его: масса сія занимаетъ большое или малое пространство, и сіе называется его *величиною*: сія величина не можетъ не быть ограничена поверхностями; сіи поверхности необходимо состоятъ между собою въ нѣкоторомъ сорасположеніи, въ нѣкоторомъ порядкѣ. Сей-то порядокъ или сіе сорасположеніе поверхностей, ограничивающихъ тѣло, называется фигурою. Какъ нѣтъ тако-

кого тѣла, которое бы не было ограничено поверхностями, и у котораго бы сіи поверхности не различались одна отъ другой, по-крайней мѣрѣ относительнымъ своимъ положеніемъ, то явствуетъ, что нѣтъ такого тѣла, которое бы не имѣло какой нибудь фигуры. Не должно исключать изъ сего и тѣ самыя тѣла, фигура которыхъ, ради малости ихъ, не усматривается нашими глазами: естьли бы чувство наше зрѣнія было острѣе, или бы имѣло вспоможеніе отъ микроскопа, то бы мы усмотрѣли поверхности сихъ малыхъ тѣлъ, и слѣдовательно фигуру ихъ. И такъ фигура есть качество тѣлъ неотдѣльное отъ нихъ во всякомъ ихъ состояніи; слѣдовательно принадлежитъ обще всѣмъ большимъ и малымъ тѣламъ.

Поверхности, которыми ограничиваются тѣла, могутъ разнствовать и дѣйствительно разнствуютъ до безконечности, или величиною своею, или числомъ, или относительнымъ своимъ расположеніемъ. Изъ сего слѣдуетъ, что и фигуры тѣлъ могутъ быть и суть дѣйствительно столь разныя, сколько можно сочетавать величину, число и порядокъ поверхностей. Я весьма склоненъ вѣрить, что въ цѣломъ лѣсу не можно най-

найти двухЪ листковЪ древесныхЪ, которые бы во всемЪ были между собою сходны.

Непроницаемость.

11. ПодЪ именемЪ *Непроницаемости* разумѣется оное свойство всѣхЪ тѣлЪ, по которому они мѣста свои не допускаютЪ другими занимать тѣлами иначе, какЪ бывЪ прежде сЪ оныхЪ сдвинуты. Сіе свойство называется также и *плотностію*, которою тѣла противятся другимЪ, которыя стремятся занять ихЪ мѣста. Сіе сопротивленіе не токмо есть общее всѣмЪ тѣламЪ, но существенная всѣхЪ ихЪ принадлежность, станемЪ ли разсматривать ихЪ вЪ цѣломЪ, или токмо вЪ самыхЪ простыхЪ ихЪ частяхЪ. Сіе же свойство служитЪ знакомЪ не обманчивымЪ существованія ихЪ. Оптическія мечты иногда обманываютЪ наше зрѣніе, приводятЪ насЪ вЪ искушеніе принимать призраки за вещественное; но прикоснувшись, мы удостовѣряемся вЪ подлинности, чрезЪ ощущаемое нами сопротивленіе и чрезЪ то, что мы удостовѣрены, что все, что противится, есть тѣло, есть *плотное*, есть *непроницаемое*: и что не льзя положить перста или иной вещи на то мѣсто,

сто, которое занято какимъ либо тѣломъ, не употребя силы довольно великой, чтобы сдвинуть оное съ мѣста. Сіе сопротивленіе, происходящее отъ непроницаемости тѣлъ, находится въ нихъ во всѣхъ, какъ то намъ ежедневный опытъ показываетъ. Правда, что есть случай, въ которомъ оное убѣгаетъ отъ нашихъ чувствъ и нашего вниманія. Нѣкоторыя тѣла касаются насъ непрестанно, касаются вездѣ равно; привычка сдѣлала прикосновеніе ихъ къ намъ столь знакомымъ, что намъ надлежитъ размыслить, чтобы узнать дѣлаемое ими на насъ впечатлѣніе. Когда дѣйствуемъ въ тихомъ воздухѣ, не примѣчаемъ того, что непрестанно должны мы преодолѣвать сопротивленіе тѣла, котораго плотность противится нашимъ движеніямъ. Когда мы дѣйствуемъ мало, то думаемъ, что будто не дѣйствуемъ. И такъ ежели доказано, что воздухъ, сіе жидкое вещество толь мало противящееся, имѣетъ однако вещественныя сопротивленіе и плотность, то тѣмъ паче приписать оныя должно прочимъ тѣламъ, болѣе воздуха сопротивляющимся.

ОПЫТЪ. Возми металлической цилиндръ, съ одного конца закрытой, а съ другаго открытой, и внутри въ точности цилинд-

рач-

рично выдѣланный: въ сей цилиндръ, наполненный воздухомъ, вложи затычку или поршень, которой бы такъ исправно былъ принаровленъ, чтобъ не пропускалъ воздуха между собою и краями цилиндра. Съ нѣкоторымъ усиліемъ можешь до извѣстной глубины вдавить поршень, потому что воздухъ есть жидкое тѣло удобосгнѣтаемое (899), и которое уступаетъ давящей силѣ часть своего мѣста: но нѣтъ, сколько знаемъ, такой силы, которая бы могла вдавить поршень до дна цилиндра: остается всегда между нимъ и дномъ воздуха слой, которой тѣмъ меньшую толщину, тѣмъ большую густоту имѣть будетъ, чѣмъ будетъ болѣе сила гнѣтущая; и сей воздушный слой никогда не можетъ быть доведенъ до нуля. И такъ воздухъ дѣлаетъ вещественное сопротивленіе тѣламъ, силящимся его съ мѣста сдвинуть; тѣмъ паче другія тѣла, болѣе противящіяся нежели онъ, одарены симъ свойствомъ.

12. Сіе-то сопротивленіе воздуха есть причиною, что въ бутылку полную воздуха не можно налить что либо жидкое, когда воронка плотно вложена въ горло бутылки: ежели воздухъ не имѣетъ исхода, то сопротивленіе его препятствуетъ сему жидкому вливаться. Для сей же причины не

не течетъ ничто жидкое изъ бочки сквозь просверленную малую скважину; воздухъ препятствуетъ сему истеченію, развѣ когда скважина сдѣлана будетъ столько велика, что дастъ свободной проходъ двумъ жидкимъ веществамъ, въ противномъ другъ другу направленіи текущимъ.

13. Однако есть тѣла, которыя кажутся проницающими другъ въ друга: но сіе проницаніе есть токмо кажущееся таковымъ, а не подлинное. Напримѣръ, губка грецкая принимаетъ въ себя великое количество воды; но сія вода занимаетъ промежутки частей губки, а отнюдь не самыхъ сихъ частей мѣста. То же можно сказать и о сахарѣ, мягкомъ камнѣ и проч. Камень, доставаемый въ каменоломняхъ *Бурейскихъ* близъ Монтишарда, за девять миль отъ Тура, держитъ воды болѣе 25 фунтовъ въ кубическомъ футѣ. Но сія вода занимаетъ только пространства пустыя, между частями камня, или сахара находящіяся; а отнюдь не то мѣсто, которое занимаютъ сіи самыя части. Двѣ равныя мѣры, одна воды, другая виннаго спирта, смѣшенныя вмѣстѣ не наполнятъ мѣры, которая вдвое больше. Сосудъ, полный воды, много еще вмѣститъ въ себѣ песку и пеплу.

ОПЫТЪ.

Опытъ. Въ количество воды пяти кубическихъ футовъ положи такое же количество пеплу; всей смѣси величина будетъ въ шесть кубическихъ футовъ. Слѣдственно 4 десятыхъ изъ всей величины поглощены видимою проницательностію.

Трудяся надъ изслѣдованіемъ удѣльной тяжести тѣлъ, для большаго сочиненія, мною о семъ изданнаго въ 1787 году, имѣлъ я случай узнать всѣ вещества, сквозь которыя вода проходитъ. Можетъ быть непротивно будетъ читателю найти здѣсь списокъ онымъ. Сіи вещества суть:

Охры.	Аміанты и Асбесты.
Песчаные камни.	Блестняки, Глиммеры.
Зеолиты.	Сланцы.
Нѣторые серпентины, но не всѣ.	Камни Флорентинскіе.
Тучняки.	Камни известковые, или употребляемые на строеніе.

14. И такъ надлежитъ различать видимую или кажущуюся величину тѣлъ отъ ихъ подлинной *плотности*; ибо остаются всегда пустоты между частями сихъ тѣлъ; а *непроницаемость*, о которой теперь говоримъ, принадлежитъ только плотнымъ

 ча-

частямъ тѣлъ, которыя находятся связаны въ цѣломъ, а не всему составу изъ сего сцѣпленія частей произшедшему.

Скважинность. Поры.

15. Мы теперь сказали, что между твердыми частями тѣлъ находятся промежутки пустые (13): они называются *Порами.* Такъ на прим. видимъ въ Грецкой губкѣ скважинки, которыя суть ея поры; также дирочки, въ тоненькомъ слойкѣ какого нибудь дерева въ микроскопъ видимыя. Сіи пустоты не всегда бываютъ совершенныя пустоты: самыя большія изъ нихъ, а паче къ поверхности близкія, наполнены воздухомъ; другія меньшія содержатъ въ себѣ покрайней мѣрѣ теплотворную матерію. Однако же вѣроятно, что есть изъ сихъ поровъ совершенно пустыя, не содержащія въ себѣ никакого вещества: кажется, свободность, нужная для движеній, сего требуетъ; ибо естьли бы все было полно (матеріи) въ натурѣ, то не льзя бъ было себѣ представить, какъ тѣло можетъ перемѣнять мѣсто, потому что матерія не проницаема (11); а оная бы вездѣ находилась.

Нѣтъ

Нѣтъ такого тѣла, коегобы части такъ были между собою сближены, чтобы не оставалось между ними никакого промежутка, не имѣющаго въ себѣ собственнаго ихъ вещества. И такъ имѣть поры (скважинность) есть свойство всѣмъ тѣламъ принадлежащее; не всѣмъ въ одинакой степени; въ однихъ находится скважинности больше, нежели въ другихъ; и сіе большее количество измѣряется меншимъ количествомъ тяжести пропорціональной; ибо скважинность имѣетъ обратное содержаніе къ сей тяжести тѣла. Весьма отверстыя скважины или поры не доказываютъ великой скважинности тѣла; число ихъ награждаетъ, а иногда и превышаетъ то, что производитъ величина ихъ. На примѣръ скважины въ дубовомъ деревѣ гораздо отверстѣе, нежели въ пробошномъ; при всемъ томъ въ первомъ она меньше, нежели во второмъ; ибо пропорціонально вѣситъ оно болѣе послѣдняго.

16. Хотя намъ извѣстно, что скважинность принадлежитъ всѣмъ тѣламъ и по вѣсу познаемъ сравнительную скважинность одного тѣла въ разсужденіи другаго; но не знаемъ собственно количества поровъ. Дабы знать оное, потребно имѣть матерію, которая бы совсѣмъ не имѣла поровъ, или

по крайней мѣрѣ такую, которой бы собственная скважинность была намъ извѣстна; тогда содержаніе вѣсу ея къ вѣсу другаго тѣла равной величины показало бы содержаніе скважинности сихъ обѣихъ тѣлъ и слѣдственно и собственныя ихъ скважинности. Но мы такого роду матеріи не знаемъ. Платина и золото, самыя тяжелыя тѣла, имѣютъ поры; ибо ртуть, царская или золотая водка входятъ промежъ ихъ частей и оныя разрѣшаютъ; и ихъ даже скважинность довольно велика. По мнѣнію Невтона (Trait. d'Opt. liv. 2 part 3. prop. 8. page 313) въ золотѣ болѣе поровъ, нежели частей твердыхъ. Коль же велика должна быть скважинность прочихъ тѣлъ? Она должна быть въ обратномъ содержаніи съ густотою или относительною тяжестію: густота же золота къ густотѣ воды содержится почти какъ $19\frac{1}{4}$ къ 1; а къ воздушной почти какъ 15627 къ 1. Но какъ понять толь великую скважинность? Невтонъ въ вышеупомянутомъ сочиненіи подаетъ къ сему слѣдующее средство на стр. 315. „Ежели представимъ себѣ, говоритъ онъ, „что сіи частицы (тѣлъ) могутъ быть „расположены такимъ образомъ, что про„межутки или пустыя мѣста, находящіеся

„меж-

„между оными, количествомъ своимъ равняются всѣмъ симъ вмѣстѣ взятымъ частицамъ, и что сіи частицы составлены изъ „другихъ меншихъ, между коими находится „количество пустыхъ мѣстъ равное количеству всѣхъ сихъ меншихъ частицъ; и „что сіи меншія частицы равнымъ образомъ составлены изъ другихъ гораздо менщихъ, которыя всѣ вмѣстѣ равны всѣмъ „порамъ или пустымъ мѣстамъ между ними „находящимся, и такъ далѣе даже до частицъ твердыхъ, въ которыхъ нѣтъ никакихъ поровъ или пустыхъ мѣстъ; и „что на примѣръ въ извѣстномъ какомъ „тѣлѣ находится три таковыя степени частицъ, изъ которыхъ самыя малѣйшія „суть твердыя; то въ такомъ тѣлѣ будетъ поровъ въ семькратъ болѣе, нежели „частей твердыхъ. Но ежели таковыхъ „степеней частицъ четыре, изъ коихъ малѣйшія суть твердыя, то въ тѣлѣ томъ „въ пятнатцать кратъ болѣе будетъ поровъ, нежели твердыхъ частицъ. Ежели „же будетъ пять степеней, то въ тритцать одинъ разъ болѣе будетъ поровъ, нежели твердыхъ частей. Ежели степеней шесть, „то въ шестьдесятъ три раза болѣе будетъ „поровъ, нежели твердыхъ частицъ, и такъ „далѣе.„

 Изъ

Изъ сего видѣть можно, что такимъ образомъ можетъ тѣло имѣть великое количество поровъ.

17. Нѣтъ такого тѣла, простымъ зрѣніемъ или посредствомъ микроскопа видимаго, въ которомъ бы не можно было примѣтить поровъ. Нѣкоторыя жидкія тѣла входятъ въ промежутки частей нѣкоторыхъ другихъ тѣлъ (13): посему должно заключить, что есть въ нихъ поры; ибо матерія есть не проницаема (11). Дерева, а особливо мягкія, теряютъ или вбираютъ въ себя влажность, когда находятся въ мѣстахъ больше или меньше сухихъ, нежели каковы они сами. Отъ сего разсыхаются столярныя издѣлья; оконница, которая въ одно время легко закрывается, въ другое время бухнетъ и съ трудностію входитъ въ свое мѣсто бочка разсохшаяся, поправляема бываетъ чрезъ моченіе въ водѣ и проч. Все сіе происходитъ отъ того, что дерево сжимается отъ сухости, или увеличивается отъ влажности, вступившей въ промежутки частицъ дерева. Сіи неудобства можно предупредить выкрася на маслѣ или покрывъ лакомъ издѣлья столярныя съ обѣихъ сторонъ: такимъ образомъ поры дерева, замазанныя матеріею непроницаемою для во-

воды, не впустятъ и не выпустятъ влаги; и чрезъ сіе дерево сохраняется долѣе невредимымъ.

18. Испарина нашего тѣла доказываетъ очевидно поры нашей кожи: та испарина, которая называется нечувствительною, и которая въ самомъ дѣлѣ примѣчается только изъ ея дѣйствій, есть непрестанная: и чрезъ нее по мнѣнію *Санкторія и Додарта* теряемъ пять осмыхъ частей того, что въ себя принимаемъ пищею.

19. Скорлупа яишная имѣетъ поры, сквозь которыя яйцо, какъ скоро снесено птицею, начинаетъ опоражниваться и перестаетъ быть такъ называемымъ *свѣжимъ*. Кто хочетъ недопустить, чтобъ оно теряло изъ себя что нибудь, то надобно только закрыть поры его жирною матеріею; къ чему можно употребить деревянное масло. Надлежитъ обмазавъ его масломъ отереть послѣ полотенцомъ, чтобы остался на немъ только самой тонкой слой масла, въ предупрежденіе, чтобы давленіе воздуха не вдавило въ яйцо нѣсколько капелекъ масла, которое прогоркнувъ дало бы ему дурной вкусъ. Для сохраненія яицъ самыми свѣжими, надобно обмазывать ихъ тотчасъ, какъ они снесены или покрайней мѣрѣ въ

тотъ же день. Я употреблялъ въ пищу пріуготовляемыя такимъ образомъ, которыя лежали болѣе года, и которыя были также свѣжи и нѣжны, какъ бы и тѣ, кои снесены были въ тотъ же день. Чтобы долѣе ихъ сберечь, то надобно остерегаться, чтобъ они были не насижены; ибо иначе они не болѣе шести недѣль или двухъ мѣсяцовъ пролежать могутъ.

20. Свѣтъ есть матерія (1174); и всѣмъ извѣстно, что онъ входитъ и проникаетъ съ величайшею удобностію сквозь всѣ прозрачныя тѣла: и такъ надлежитъ симъ тѣламъ имѣть со всѣхъ сторонъ великое количество поровъ.

21. Нѣкоторыхъ тѣлъ поры пропускаютъ одну жидкую матерію, а другой не пропускаютъ. На примѣръ, мраморъ впускаетъ въ свои поры винной спиртъ и маслы, а воды не впускаетъ: въ гумми проникаетъ вода, а спиртъ винной не проникаетъ; въ смолы древесныя входитъ спиртъ винной и масла, а вода не входитъ. Кислота селитреная входитъ въ поры серебра и его разрѣшаетъ на части, а ни малой перемѣны не дѣлаетъ въ золотѣ; *царская водка* входитъ въ поры золота и его разрѣ-

рѣшаетъ, а не производитъ ни малой перемѣны въ серебрѣ. Кислота селитреная разрѣшаетъ мѣдь, желѣзо и проч. но не имѣетъ дѣйствія надъ коровьимъ масломъ. Отъ чего сіе происходитъ? Не можетъ сіе происходить только отъ того, что поры одного вещества отверстѣе, а другаго не такъ отверсты. Ибо положимъ, что поры въ гумми отверстѣе, нежели въ смолѣ, и что частицы воды грубѣе, нежели виннаго спирта; сіе изрядно бы изъяснило для чего вода не разрѣшаетъ смолъ, а разрѣшаетъ гумми: ея части излишно грубыя не могутъ войти въ поры смолъ не довольно отверстыя. Но для чего частицы виннаго спирта, будучи тонѣе водяныхъ, не входятъ въ поры гумми болѣе отверстыя, нежели поры смолъ, въ которыя они такъ свободно входятъ? Единая причина величины поровъ растворяемаго тѣла, и малости частицъ растворяющаго тѣла не довольна ко изъясненію сихъ дѣйствій, хотя вѣроятно, что она нѣсколько тутъ участвуетъ: надлежитъ къ ней пріобщить другую причину. Сіе происходитъ безъ сумнѣнія отъ того, что фигура поровъ растворяемаго тѣла должна быть принаровлена къ фигурѣ частицъ растворяющаго

 тѣ-

тѣла. Да и извѣстно, что въ разныхъ тѣлахъ поры бываютъ разныхъ фигуръ.

Рѣдимость.

22. *Рѣдимость* есть свойство тѣлъ, прiобрѣтать приращенiе въ величинѣ своей отъ дѣйствiя жара. Сiе дѣйствiе, отъ котораго они увеличиваются, называется *рѣдѣнiемъ.* Всѣ тѣла (и не должно исключать ни одного) возрастаютъ въ своей величинѣ или рѣдѣютъ всякой разъ, когда разогрѣты бываютъ. И такъ рѣдимость есть общее свойство и принадлежитъ всѣмъ тѣламъ.

Истинная причина сего рѣдѣнiя есть вступленiе большаго или меньшаго количества теплотворной матерiи въ поры тѣлъ, которая по своей обильности и дѣйствiю проникаетъ въ тѣла, раздвигаетъ ихъ части, и прибавляетъ имъ величины, расширивъ ихъ на большее пространство, нежели какое прежде они занимали. Всѣ тѣла твердыя, жидкiя, текучiя способны къ сему рѣдѣнiю: почему оно и бываетъ во всѣхъ тѣлахъ всегда, какъ они разогрѣваемы бываютъ, ежели только сильнѣйшая какая причина не противится сему дѣйствiю.

Мы

Мы увидимъ доказательства сего, когда говорить будемъ о дѣйствіи огня на тѣла (1134 *и слѣд.*).

Сгустительность.

23. Сгустительность есть свойство тѣлъ, умаляться въ своей величинѣ отъ остуженія; а сіе случается съ ними, когда теряютъ часть теплотворной матеріи, вступившей въ поры ихъ. Легко усмотрѣть, что сіе свойство совсѣмъ противуположно предыдущему свойству рѣдимости (22).

Когда тѣло переходитъ изъ мѣста болѣе теплаго въ менѣе теплое, или когда окружено бываетъ воздухомъ менѣе теплымъ, нежели какимъ до того было окружено, или на конецъ когда находится возлѣ тѣлъ менѣе нагрѣтыхъ, то сообщаетъ симъ близкимъ къ себѣ тѣламъ теплотворную матерію, которая проницала его и части его во взаимномъ отдаленіи содержала; ибо теплотворная матерія есть жидкая (588, 1101); а жидкихъ матерій свойство есть разливаться во всѣ стороны единообразно, ежели только нѣтъ причинъ сопротивляющихся. Тогда части тѣла, будучи менѣе поддерживаемы, упадаютъ другъ на друга, сближаются и заключаютъ себя

въ

въ тѣснѣйшіе предѣлы; словомъ, тѣло таковое учиняется менѣе, нежели какъ было прежде. И сіе-то называется сгущеніемъ. Но какъ нѣтъ такого тѣла, которое бы не было способно при уменшеніи жара, сжиматься такимъ образомъ, то надлежитъ заключить, что *Сгустительность* есть общее свойство тѣлъ; что оно всѣмъ имъ безъ различія и безъ всякаго исключенія принадлежитъ. Не у мѣста здѣсь будетъ возраженіе, что вода при своемъ замерзаніи охладѣвая, получаетъ большую величину (1076): ибо сіе увеличиваніе происходитъ отъ посторонней причины, о которой сказано будетъ при разсужденіи о льдѣ, и тогда увидимъ, что замерзлая вода есть дѣйствительно сгущенная вода.

Пространнѣе предложимъ о сгущеніи тѣлъ, при изслѣдованіи огня и теплоты, ихъ рѣдкими учинящей.

Сгнѣтаемость.

24. Изъ всего сказаннаго нами о скважинности слѣдуетъ, что видимая величина тѣла всегда превышаетъ подлинное количество своей матеріи; потому что части сего тѣла не столько сближены другъ съ другомъ, сколько бы могли быть, ибо остаются

меж-

между ними пустыя *мѣста* (15). Количество матеріи, изъ которой тѣло составлено, называется *массою* сего тѣла; а пространство, имъ занимаемое, *величиною* его (10). Сіе превышеніе величины надъ массою бываетъ различно не токмо въ разныхъ тѣлахъ, но даже и въ одномъ и томъ же тѣлѣ (22 и 23). Содержаніе величины къ массѣ называется *густотою*: тѣло гуще другаго, когда количество подлинное его матеріи не много разнствуетъ отъ видимой величины его, или, что все равно, когда въ извѣстной величинѣ тѣла содержится болѣе твердыхъ частицъ. Свинецъ гуще мѣди, золото гуще сребра и проч.

Поелику не знаемъ мы тѣлъ совершенно твердыхъ, и поелику во всѣхъ есть поры, то явствуетъ, что внѣшняя сила, довольная къ преодолѣнію упорства частей, можетъ сближить сіи части, уменшить величину тѣла, не уменшая массы его, и слѣдственно увеличить густоту его. Сіе сближеніе частей, отъ внѣшней силы производимое, называется сгнѣтеніемъ.

25.

25. Мы полагаемъ сгнѣтаемость въ число свойствъ общихъ, принадлежащихъ всѣмъ тѣламъ; но сіе свойство не во всѣхъ въ одинакой степени: однѣ тѣла весьма удобно и много сгнѣтаемы бываютъ, другія же съ трудомъ и весьма мало. Всѣ тѣла, которыя называемъ *твердыми*, то есть, которыхъ части столь крѣпко соединены, что не имѣютъ той удободвижимости, которая находится въ частицахъ жидкаго и текучаго тѣла; всѣ сіи тѣла, говорю, даютъ весьма ощутительные знаки сгнѣтенія. Ежели ударить сильно молотомъ по куску золота, или сребра, или олова, или свинцу; то ударъ молота оставляетъ по себѣ весьма примѣтную впадину, которая ясно показываетъ, что части сжаты въ томъ мѣстѣ, по которому сдѣланъ ударъ. Ежели съ нѣкоторой высоты опустить шарикъ мраморной, или изъ слоновой кости, или стальной или даже алмазной (которой тверже всѣхъ тѣлъ) на другое жесткое тѣло, то всѣ сіи тѣла тотчасъ отскочатъ, отразятся. Ниже сего показано будетъ (31), что отраженное движеніе есть точное доказательство сгнѣтаемости тѣлъ; ибо неупругія тѣла не могутъ отражаться, а упругость не можетъ быть въ тѣлѣ несгнѣтаемомъ (32).

26. Есть другія тѣла, которыя гораздо болѣе способны быть сгнѣтаемы, нежели теперь упомянутыя, и которыя знатно уменшаются въ величинѣ своей отъ давленія даже и не весьма сильнаго; таковы суть жидкія вещества упругія, какъ то, воздухъ и газы; и по сему-то ихъ свойству и производятъ они весьма отмѣнныя дѣйствія, о которыхъ мы будемъ говорить въ главѣ о воздухѣ (886 *и слѣд.*).

27. Находится еще иной родъ веществъ, которыя, кажется, не подаютъ никакого знака сгнѣтаемости, то есть, сколь ни великая сила давленія устремляема была на нихъ; они, казалось, никогда не уступали ей; нималѣйшаго уменшенія въ величинѣ ихъ не можно было примѣтить. Таковы суть всѣ жидкія текучія тѣла. Члены Академіи дель Чименто (Флорентинской), для удостовѣренія въ семъ, дѣлали опытъ, остроумно изобрѣтенной, но изъ котораго по несчастію не льзя дѣлать заключенія. Вотъ въ чемъ онъ состоялъ.

Доказано Математически, что сферическая полость есть гораздо болѣе всякой другой, имѣющей поверхность равную сферической.

Слѣдо-

Слѣдовательно сосудъ, имѣющій сферическую фигуру и наполненной какою нибудь жидкою матеріею не можетъ измѣнить сію фигуру безъ того, чтобъ или сего сосуда не увеличилась поверхность, сохраняя ту же вмѣстительность, или чтобы содержащаяся въ немъ жидкая матерія не убыла.

ОПЫТЪ. Члены Флорентинской Академіи взяли шаръ золотой, весьма тонкой и самой сферичной; наполнили его совершенно водою и плотно закупорили; по семъ посредствомъ тисковъ сплюснули его нѣсколько и тѣмъ отняли у сферы два не большіе сегмента. Послѣ сего измѣненія фигуры шаръ найденъ имѣющимъ ту же вмѣстительность, какую и до того имѣлъ; сіе ясно доказываетъ, что щара поверхность увеличилась. Сей опытъ кажется доказываетъ, что вода отнюдъ не можетъ быть сжимаема: однакожъ на сіе можно отвѣчать, что можетъ быть вода была сжата въ первый мигъ давленія и что силою своея упругости потомъ растянула металлъ: вотъ для чего я сказалъ, что изъ сего опыта не льзя выводить заключенія. Ежели продолжать давить шаръ, то вода, вмѣсто того что бы уступать сему давленію, пройдетъ сквозь поры металла и покажется на поверх-

ности

ности шара маленькими каплями на подобіе росы; а сіе доказываетъ, что текучія жидкія вещества могутъ противиться весьма сильному давленію.

ОПЫТЪ. Есть еще опытъ, изъ котораго по крайней мѣрѣ такое же можно выводить заключеніе, какъ и изъ предыдущаго; ибо въ немъ ниже на мгновеніе ока не примѣчается ни малѣйшаго уменшенія величины. Возми трубку стеклянную A B C D (фиг. 1.) довольно толстую, длиною около 7 футовъ, загнутую въ B C, запаянную въ D и отверстую въ A. Въ кривизну B C влей нѣсколько ртути; потомъ пропусти воды въ часть C D, и вѣрно тоненькою шелковинкою замѣть мѣсто C, въ которомъ ртуть и вода соединяются: по учиненіи сего наполни трубку ртутью отъ B до A. Тогда вода, находящаяся въ C D будетъ сжимаема отъ тяжести ртутнаго столба A B, котораго тяжесть почти втрое болѣе атмосферной, какъ то мы докажемъ (301), когда станемъ говорить о Гидростатикѣ. Не взирая на сіе великое давленіе, столбъ воды C D не умаляется въ длину: естьли бы онъ хотя нѣсколько уменшился, то ртуть взошла бы выше шелковинки, которая въ C; но никогда не при-

мѣчено, чтобъ она туда хотя на волосокъ переступила.

28. Хотя сіи опыты и кажутся доказывающими несгнѣтаемость жидкихъ текучихъ тѣлъ; однакоже не должно ихъ почитать за совершенно несгнѣтаемыя; 1е потому, что, какъ выше мы доказали (24), всѣ тѣла твердыя удобосгнѣтаемы; поелику имѣютъ поры, а посему и могутъ части ихъ взаимно сближаться; также поелику жидкія вещества суть не иное что, какъ собраніе маленькихъ тѣлъ твердыхъ и имѣющихъ поры, то должны быть они также и удобосгнѣтаемы, какъ и прочія тѣла, съ тою только разностію, что они гораздо менѣе сихъ сгнѣтаются; ибо сгнѣтаемость должна быть тѣмъ менѣе, чѣмъ менѣе тѣла, а частицы жидкихъ веществъ чрезвычайно малы: 2е потому, что жидкія текучія тѣла въ нѣкоторыхъ случаяхъ подаютъ доказательные знаки сгнѣтаемости, поелику способны распространять звукъ, какъ сіе докажемъ (1005), говоря о звукахъ: но сіе не могло бы быть, естьли бы не имѣли они упругости, которая всегда предполагаетъ сгнѣтаемость (31. 32).

29. Изъ всего теперь сказаннаго должны мы заключить, что жидкія вещества,

хотя сами по себѣ и удобостнѣтаемы, однакожъ способны противиться усиліямъ, доселѣ противу нихъ употребленнымъ; что вѣроятно, что они наконецъ примѣтнымъ образомъ уступили бы онымъ, естьли бы возможно было подвергнуть ихъ сильнѣйшимъ давленіямъ, и что можетъ быть и уступаютъ они и нынѣ употребляемымъ, но въ чрезмѣрно маломъ количествѣ, котораго не льзя примѣтить.

30. Весьма полезно для насъ, что жидкія текучія вещества могутъ противиться давленіямъ, отъ которыхъ другія тѣла сильно сжимаемы бываютъ: всѣ жидкія, получаемыя изъ растѣній чрезъ выжатіе, какъ то вино, цидръ, масла и проч. не отдѣлились бы отъ твердыхъ частей, въ коихъ содержатся, естьли бы столь же удобостнѣтательны были, какъ и сіи. Удобность извлекать соки, на потребу нашу натурою пріуготовленные, почти вся основана на сопротивленіи жидкихъ веществъ силамъ сгнѣтающимъ.

Упругость.

31. Упругость есть усиліе, которымъ тѣла, бывшія сжатыми, стремятся возвратиться въ то состояніе, въ которомъ бы-

ли до сжатія своего. И такъ тѣло, имѣющее упругость, есть то, которое бывъ какоюлибо силою сгнѣтено, паки воспріимаетъ, когда сія сила перестаетъ дѣйствовать, тѣ же измѣренія протяженія своего и ту же фигуру, которую прежде своего сгнѣтенія имѣло. Таковъ есть лукъ, которой натягиваютъ укорочивая тетиву, и которой, когда тетива перерѣзана или спущена бываетъ, возвращается въ свое прежнее положеніе. Таковъ еще шаръ костяной или стальной, которой, ежели сверху опущенъ бываетъ на плоскость мраморную, то отъ паденія и ударенія своего о мраморъ подвергается сжатію, которое большую или меньшую часть сея малыя сферы приближаетъ къ центру ея и отнимаетъ у нее круглую фигуру: въ мгновеніе послѣ не остается никакого знака сжатія сего; шаръ получаетъ свою прежнюю круглость чрезъ упругость свою, и отъ сего происходитъ отраженное движеніе, которому онъ въ семъ случаѣ подвергаемъ бываетъ (128).

32. Сказанное нами теперь доказываетъ, что упругость необходимо предполагаетъ, что тѣла имѣющія оную имѣютъ сгнѣтаемость. Тѣло несгнѣтаемое не можетъ быть упру-

упругимъ; ибо когда бы оно не могло измѣнять своей фигуры, не могло бы принимать оной опять. Какъ всѣ тѣла суть больше или меньше сгнѣтаемы, какъ то выше мы показали (25, 26, 27 и 28); то явствуетъ, что всѣ они и упруги, но въ разныхъ степеняхъ.

33. И такъ упругость состоитъ въ томъ, что тѣло, бывъ сгнѣтено, возстановляется въ прежнее положеніе, когда сила сжимающая перестаетъ дѣйствовать. Чтобы сія упругость была совершенная, надлежитъ, чтобы тѣло возстановилось, 1е точно въ прежнее положеніе; 2е съ такою же скоростію, съ какою оно было сжато, то есть, надобно тѣлу возвратиться точно въ то же состояніе, въ какомъ оно было прежде, и возвратиться въ толь же короткое время, какое потребно было къ потерянію онаго состоянія. Выключая матерію свѣта и вещества воздухообразныя, мы не знаемъ тѣлъ, которыя бы имѣли совершенную упругость. Никакое тѣло не возстановляется совершенно, а всѣ они къ воспріятію прежняго своего состоянія болѣе времени употребляютъ, нежели сколько употреблено къ потерянію онаго; да и между сими не всѣ въ одинакой степени упруги;

вЪ однихЪ сія упругость удобно усматривается; дѣйствія ея ощутительны, и каждое изЪ нихЪ больше или меньше противудѣйствуетЪ по жесткости, твердости или по расположенію ихЪ внутреннихЪ частей. Не токмо свойство сіе не есть совершенное, какЪ мы теперь сказали, но всегда почти примѣчается, что оно пропадаетЪ, или по-крайней мѣрѣ ослабѣваетЪ отЪ долговременнаго употребленія, или отЪ сжатія продолжительнаго. ЛукЪ, долгое время остающійся натянутымЪ или часто натягиваемый, дѣлается наконецЪ отЪ части изогнутымЪ. Щетина, шерсть, перья, сіи упругія тѣла, которыя употребляемЪ вЪ мебеляхЪ нашихЪ, сЪ продолженіемЪ времени теряютЪ почти всю свою упругость, и только отЪ многаго взбиванья или растрепыванья получаютЪ они опять сію упругость, которая намЪ толь пріятна и которая доставляетЪ намЪ толико спокойствія. Есть другія тѣла, которыя почти не возстановляются, вЪ которыхЪ дѣйствія упругости почти не примѣтны. Таковыя тѣла, хотя они дѣйствительно имѣютЪ не много упругости, мы привыкли почитать не имѣющими никакой; и называемЪ *тѣлами мягкими*, *тѣлами неупругими*; чѣмЪ означается

ся

ся единственно то, что сіи тѣла лишены упругости дѣятельной столько, что бы почесть ее за что нибудь. Такова, на примѣръ, мягкая земля.

И такъ упругость должно почитать за общее свойство тѣлъ, за свойство принадлежащее всѣмъ безъ исключенія, хотя и въ разныхъ степеняхъ: ибо нѣтъ ни одного тѣла, какъ бы оно мягко ни было, въ которомъ, ежели только внимательно наблюдать, не усматривалась бы по крайней мѣрѣ малая часть сея силы. Мы даже не исключаемъ и жидкихъ; ибо онѣ способны распространять звуки (1005); а сіе могутъ производить токмо упругія тѣла.

34. Мы сказали, что тѣла, по силѣ своей упругости, возвращаются въ то состояніе, въ какомъ были до своего сжатія; но не прежде, какъ сдѣлавъ меньше или больше раскачиваній, называемыхъ *потрясеніями*, возвращаются въ оное состояніе; и сіи потрясенія суть такого свойства, что всегда равновременны или одинакаго продолженія, велики ли, малы ли бываютъ, великое ли, малое ли мѣста пространство объемлютъ. Сверьхъ сего въ каждомъ таковомъ потрясеніи скорость пружины возрастаетъ постепенно начиная отъ пункта

напряженія до мѣста покоя ея, и ослабѣваетъ въ той же пропорціи удаляяся отъ сего: такъ что тотъ пунктъ, въ которой пружина наисильнѣйше ударяетъ, есть мѣсто ея покоя; ибо при семъ пунктѣ имѣетъ она наивеличайшую скорость пріобрѣтенную.

35. Ежели есть тѣла, теряющія иногда свою упругость, то есть также и такія, въ которыхъ можно увеличить оную чрезъ разныя средства, употребительныя въ художествахъ. Поелику звонкія тѣла должны имѣть упругость весьма дѣятельную, то для сего умножается оная въ металлахъ, изъ которыхъ дѣлаютъ колокола и проч. смѣшивая и сплавливая ихъ съ другими металлами или полуметаллами; потому что примѣчено, что такое смѣшеніе бываетъ тверже, жестче и упруже, нежели простые металлы, изъ коихъ оно составлено.

36. Многіе металлы, не будучи и сплавлены, получаютъ большую упругость, когда бываютъ выкованы холодные.

ОПЫТЪ. Ежели хочешь на сіе имѣть доказательство, возьми изъ одной мѣдной доски двѣ пластинки одинакой мѣры; побей

одну на наковальнѣ; потомъ попытай ихъ согнуть: какъ скоро перестанешь ихъ гнуть, то кованая распрямится почти по прежнему, а другая почти совсѣмъ останется изогнутою.

37. Но изъ всѣхъ тѣлъ наиболѣе въ стали искуственнымъ образомъ умножаема бываетъ упругость, и изъ разныхъ способовъ, употребляемыхъ для сего надъ симъ металломъ, дѣйствительнѣйшій есть *закаливаніе*, которое состоитъ въ сильномъ разгоряченіи стали и внезапномъ застуженіи, погрузя ее въ холодную жидкую матерію. Отъ сего сталь тѣмъ большую жесткость и упругость получаетъ, чѣмъ болѣе была раскалена и чѣмъ холоднѣе жидкая матерія, въ которой погружена бываетъ. Но ежели закаливаніе произвело большее дѣйствіе, нежели какое требуется; то можно оное умѣрить и уменьшить сію упругость *перекалкою*, которая состоитъ въ умѣренномъ разогрѣніи стали, оставя ее потомъ прохолодѣть понемногу на воздухѣ.

Надобно знать, что сталь не особливый металлъ; она есть желѣзо, пріуготовленное чрезъ цементацію. Каждой мастеръ имѣетъ свой особливый цементъ, которой иногда онъ держитъ въ секретѣ; но

во всѣ цементы входятъ вещества угольныя. Прежде сего многіе Химики почитали сталь за желѣзо, чистѣйшее того, изъ котораго она сдѣлана; они ошибались. Нынѣ доказано, что сталь есть желѣзо, соединенное съ углемъ или угольнымъ началомъ, которое входитъ въ желѣзо во время цементаціи и съ онымъ тѣсно смѣшивается. Почему въ отломѣ желѣза чистаго видно, что оно составлено изъ пленокъ; а отломъ стали показываетъ маленькія зерна, которыя суть произведеніе смѣси желѣза, чрезвычайно раздробленнаго, съ углемъ. Когда разкаливается сталь, то дѣйствіе огня (котораго извѣстно свойство пособствовать соединенію частей однородныхъ) выгоняетъ изъ внутренности ея частицъ большую часть начала угольнаго, которое въ оныхъ находилося разсѣяннымъ, но не выгоняя однако его изъ цѣлой массы. И такъ закаливаніе схватываетъ сталь въ то мгновеніе, когда начала ея, хотя тѣже, не столько перемѣшаны; отъ чего крупинки бываютъ сложены изъ частей болѣе однородныхъ, и притомъ сіи крупинки менѣе связаны вмѣстѣ. Сіе довольно показываетъ причины разныхъ явленій закаливанія.

1 е. Зерны стали кажутся крупнѣе послѣ закалки, нежели какъ были до нее; потому что каждая крупинка составилась изъ большаго числа частицъ металлическихъ, вмѣстѣ соединенныхъ.

2 е. Сталь послѣ закалки имѣетъ большую величину; ибо уравнительная или удѣльная ея тяжесть тогда бываетъ менѣе. Сіе происходитъ отъ того, что закалка останавливаетъ сталь въ томъ состояніи, въ которомъ смѣсь ея началъ не совсѣмъ совершена.

3 е. Сталь жестче бываетъ послѣ закалки; потому что каждая ея крупинка, будучи болѣе, касается прочихъ большими поверхностями; посему труднѣе ихъ отдѣлять другъ отъ друга; а сверьхъ того, части, составляющія каждую крупинку, будучи однороднѣе, удобнѣе соединяются и крѣпче сцѣпляются между собою; слѣдовательно сію крупинку труднѣе дробить.

4 е. Хотя сталь бываетъ послѣ закалки и жестче, но кропче; потому что крупинки ея имѣютъ между собою меньшую связь и сумму взаимныхъ прикосновеній.

5 е. Перекалка дѣлаетъ сталь менѣе кропкою; потому что постепенное простуженіе даетъ время частямъ смѣшаться вновь

и

и тѣмъ умножаетъ сумму прикосновеній. Безъ сомнѣнія, сіи прикосновенія непосредственныя суть причина взаимнаго сцѣпленія частицъ, а слѣдственно и жесткости тѣлъ.

38. Хотя имѣемъ вѣрныя средства, увеличивать или умножать силу упругости многихъ тѣлъ (35. 36. 37.); но тѣмъ не болѣе знаемъ вообще причину упругости. Все, что доселѣ выдумано было для изъясненія оной, есть не иное что, какъ догадки не весьма основательныя, а часто и опровергаемыя опытомъ.

Сперва думали, что отъ воздуха зависитъ упругость тѣлъ. Воображали, что воздухъ, вбираясь въ поры между частьми пружинъ, давитъ оныя такъ, что они воспріимаютъ первое свое положеніе, и что такимъ образомъ учиняетъ тѣла упругими. Но сіе опровергается опытомъ: ибо упругость тѣлъ оказывается также и въ Бойлеевой пустотѣ, какъ и въ воздухѣ.

И такъ прибѣгли къ другому жидкому веществу, тончайшему грубаго воздуха, предполагая оное упругимъ. Слѣдственно умствовали симъ образомъ. Когда сгибаема бываетъ пружина, то поры съ выпуклой ея части расширяются, а съ вогнутой съуживаются: частицы сего упругаго вещества, нахо-

находящіяся въ сихъ послѣднихъ порахъ, бываютъ тогда какъ бы пузырки сжатые, которые по своей упругости стремятся возвратиться въ прежнее состояніе, и такимъ образомъ выпрямляютъ пружину. Но здѣсь предполагается то самое, на что требуется рѣшеніе, ибо спрашивается о упругости тѣлъ вообще; и такъ при всемъ томъ, что доселѣ сказано, остается неизвѣстною причина упругости сего жидкаго вещества. Не будетъ ли оная какая нибудь еще жидкая матерія тончайшая, которая также упруга? Но мы спросимъ, какая же причина упругости сей послѣдней матеріи? и такъ до безконечности.

Утверждать, что тѣла упруги отъ того, что сложены изъ малыхъ частицъ, одаренныхъ силою упругости, есть дѣлать смѣшной кругъ въ умствованіи.

На конецъ другіе Физики приписываютъ упругость силѣ отталкивающей, находящейся въ частицахъ тѣлъ. Когда сгнѣтаемъ тѣло упругое, говорятъ они, то поры его дѣлаются уже; такъ что многія частицы, которыя прежде были въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, сближаются сферою взаимной своей отталкивающей силы; и сіе отталкиваніе тѣмъ сильнѣе становит-

ся,

ся, чѣмъ болѣе бываетъ давленіе, то есть чѣмъ болѣе части сближаются. Для сего, говорятъ они, упругость металловъ умножается отъ кованія холоднаго; чѣмъ болѣе бьютъ по нихъ молотомъ, тѣмъ они упруже становятся. Отъ сего же, подтверждаютъ они, и тѣло, имѣющее весьма великіе поры, можетъ снести великое сжатіе не получа великой упругости. Сія отталкивающая сила не противуположна ли силѣ привлекательной? Полагаютъ, что частицы тѣлъ привлекаютъ другъ друга тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе сходятся; а здѣсь утверждаютъ, что оныя тѣмъ сильнѣе другъ друга отталкиваютъ, чѣмъ болѣе сближаются. Не естьли сіе предполагать притяженія и отраженія по востребованію нужды и безъ основанія? Гораздо лучше искренно признаться, что не знаемъ причины упругости тѣлъ, нежели дѣлать толь худыя умствованія.

Расширительность.

39. *Расширительность* есть свойство тѣлъ пріобрѣтать умноженіе величины своей, занимать пространство большее, силою своей упругости, какъ скоро оная престаетъ быть удерживаема препятствіями. Многіе Физи-

ки смѣшиваютъ расширеніе съ рѣдѣніемъ; но по моему мнѣнію надлежитъ ихъ различать. Правда, что въ обоихъ случаяхъ тѣла пріобрѣтаютъ большую величину; но рѣдѣніе происходитъ отъ жару (22), а расширеніе отъ силы упругости. Не должно почитать за одно два дѣйствія, которыя по видимому хотя и подобны, но производятся однако отъ двухъ причинъ толико различныхъ.

Всякое тѣло упругое (а мы показали (33) что нѣтъ ни одного тѣла, которое бы не было упруго, больше или меньше), находящееся въ сгнѣтеніи, какъ скоро сила сжимающая престаетъ дѣйствовать на него или дѣйствуетъ не такъ сильно, распростирается, получаетъ большую величину, однимъ словомъ, *расширяется*. Наипаче воздухъ, равно какъ и всѣ жидкія воздухообразныя вещества, имѣютъ сіе свойство въ превосходной степени, такъ что малѣйшая частица воздуха, заключенная въ сосудѣ, наполняетъ весь сосудъ, какъ бы онъ великъ ни былъ; а ежели воздухъ сжать, то онъ всегда къ расширенію своему дѣлаетъ усиліе, равное силѣ сжимающей (911). Для сего тѣла по упругости своей расширяясь, имѣютъ гораздо болѣе силы при началѣ,

не-

нежели при концѣ своего расширенія; потому что въ первомъ семъ мгновеніи они гораздо болѣе сжаты: и чѣмъ болѣе сжатіе, тѣмъ сила упругая и стремленіе расширяться бываютъ болѣе; такъ что сіи двѣ вещи, то есть, сила сжимающая и сила упругости всегда суть равны.

Движимость.

40. *Движимость* есть та способность тѣлъ, по которой могутъ быть они приводимы въ движеніе. Нѣтъ такого тѣла, корое бы не могло быть приведено въ движеніе довольною къ тому силою: и такъ движимость есть общее свойство тѣлъ, и которое принадлежитъ имъ всѣмъ безъ различія: но не всѣмъ принадлежитъ въ одинакой степени. Оно основано на нѣкоторыхъ расположеніяхъ, не во всѣхъ тѣлахъ равно находящихся; отъ чего одни бываютъ удободвижимѣе другихъ, то есть, что меньшая сила требуется, чтобы изъ состоянія покоя перевести ихъ въ состояніе движенія. Главныя изъ сихъ разположеній суть: фигура тѣла, гладкость поверхности его и его масса или количество матеріи, содержащейся въ удѣльной величинѣ его.

Пред-

Представимъ себѣ два тѣла одинакаго вещества, коихъ массы или вѣсъ равны, поверхности равно хорошо выполированы и оба на одной плоскости положенныя; но пусть одно будетъ шаровидное, другое кубической фигуры. Опытъ покажетъ, что отъ одинакаго ударенія первое далѣе пойдетъ, нежели второе, и что сіе первое долѣе сохранитъ свое движеніе, нежели второе. А какъ сіи тѣла только фигурою разнствуютъ, слѣдовательно фигура способствуетъ движимости ихъ.

Представимъ себѣ еще два тѣла одинакаго вещества, равной массы и одинакой фигуры, оба лежащія на одной плоскости; но вообразимъ, что одного поверхность шероховата, а другаго полирована. Сія единая разность между сими тѣлами дѣлаетъ, что отъ одинакаго удара послѣднее двинется далѣе, нежели первое. И такъ гладкость поверхности способствуетъ движимости.

Представимъ себѣ въ третьихъ два тѣла, совершенно подобныя величиною, фигурою и гладкостію своихъ поверхностей: но разнящіяся массою своею, на примѣръ, два шара одинакой діаметръ имѣющіе; одинъ деревянной, другой свинцовой. Явственно видно, что отъ одинакаго ударенія послѣд-

ній не такъ далеко двинется, какъ первый. И такъ меньшая масса одного дѣлаетъ его способнѣйшимъ къ движенію; слѣдственно большая или меншая масса способствуетъ движимости, и тѣло имѣющее меншую массу предъ другимъ, менѣе противится усилію, стремящемуся принудить его перемѣнить состояніе.

Упорство.

41. *Упорство* тѣлъ есть сопротивленіе, теперь упомянутое; есть сила, которою всякое тѣло противится всякому измѣненію своего состоянія, то есть, по которой оно, находяся въ покоѣ, противится движенію; находяся въ движеніи, противится покою или движенію скорѣйшему, или медленнѣйшему. И такъ упорство есть сила, которая находится во всѣхъ тѣлахъ, неотдѣльная отъ нихъ, въ какомъ бы состояніи они ни находились. Но не во всѣхъ она въ одинакой степени; ибо, подобно тяжести, она пропорціональна или соразмѣрна массѣ, или количеству матеріи собственной каждаго тѣла, то есть, что тѣло, имѣющее массу въ двое или въ трое болѣе массы другаго тѣла, имѣетъ силу упорства въ двое или въ трое болѣе силы упорства другаго тѣ-

ла,

ла, и по сему свойству упорства въ двое или въ трое болѣе противится усилію стремящемуся преодолѣть оное.

42. Есть писатели, которые не различаютъ силы упорства отъ тяжести. Хотя обѣ сіи силы имѣютъ общее то, что пропорціональны массѣ или количеству матеріи собственной каждаго тѣла, но существенно разнствуютъ одна отъ другой. Тяжесть дѣйствіе свое оказываетъ въ одномъ только направленіи, съ верху въ низъ: когда тѣло падаетъ свободно, то падаетъ перпендикулярно къ горизонту. Но сила упорства противится, въ какомъ бы направленіи ни чинимо было усиліе, перемѣнить состояніе тѣла.

43. Всякое тѣло, разсуждаемое точно яко тѣло, по сущности своей не имѣетъ никакой особливой наклонности къ покою или къ движенію, къ движенію скорѣйшему или медленнѣйшему. Необходимое дѣйствіе сея ненаклонности есть то, что тѣло пребываетъ въ томъ состояніи, въ которомъ находится. Когда тѣло въ покоѣ, то не приходитъ оно въ движеніе, когда нѣтъ положительной силы къ оному понуждающей. Когда оно въ движеніи, то не приходитъ въ покой безъ препятствія, его остановляю-

щаго; оно не движется ни скорѣе, ни медленнѣе безъ причины, которая бы или прибавила, или убавила скорости его движенія. И такъ есть сила, существующая въ тѣлахъ, по которой они стремятся пребывать въ томъ состояніи, въ которомъ они находятся, и сія сила называется *силою упорства*, которою они противятся всякому измѣненію ихъ состоянія.

Пусть будетъ тѣло A (фиг. 2) опредѣленной величины и тяжести, на примѣръ, шаръ свинцовой вѣсомъ въ фунтъ, висящей свободно въ тихомъ воздухѣ на весьма длиннойниткѣ C A, и еще шаръ свинцовый же B того же вѣсу, равномѣрно висящій на ниткѣ C B. Опытъ показываетъ, какъ мы то увидимъ, когда будемъ говорить о движеніи маятника (253), что ежели одно изъ сихъ тѣлъ, на примѣръ A, поднято будетъ на 4 градуса отъ вертикальной линѣи C B, и опущено свободно; то ежели не встрѣтитъ на пути никакого препятствія и дойдетъ до самаго нижняго пункта B, получитъ отъ своего паденія скорость такую, которая отнесетъ его на противную сторону на 4 градуса. Но ежели тѣло A встрѣтитъ въ самой нижней точкѣ тѣло B, равное ему массою, и ударится объ оное;

оное; то опытЪ также показываетЪ, что сіи оба тѢла откачнутся на другую сторону только на 2 градуса. ТѢло В получитЪ часть движенія тѢла А; а сіе послѢднее потеряетЪ ударомЪ то, что кажется другое себѢ пріобрѢтаетЪ. И такЪ тѢло В оказываетЪ сопротивленіе тѢлу А; ибо безЪ него сіе послѢднее откачнулось бы на 4 градуса. И такЪ тѢло, находящееся вЪ покоѢ, дѢйствительно сопротивляется усилію стремящемуся его двигнуть. СверхЪ сего естьли бы тѢло В вмѢсто одного фунта вѢсило 8 или 10; то менѢе бы оно сдвинуто было сЪ мѢста отЪ ударенія тѢла А, и при томЪ пропорціонально умноженію массы его; слѢдовательно тѢло, находящееся вЪ покоѢ, противуполагаетЪ усилію, стремящемуся двигнуть его, сопротивленіе пропорціональное своей массѢ. Сіе сопротивленіе называется *силою упорства*.

44. На сіе умозаключеніе дѢлаютЪ возраженія, на кои должно отвѢтствовать. УтверждаютЪ, что сопротивленіе воздуха есть причина сопротивленія тѢла В. ТѢло В, говорятЪ возражающіе, находящееся вЪ покоѢ, противится усилію А отЪ того, что поддерживается окружающимЪ его воздухомЪ, которой должно сЪ мѢста сдвинуть.

 На

На сіе можно отвѣтствовать, 1е. что тѣла такимъ образомъ сразившіяся въ пустотѣ, также противятся, какъ и на воздухѣ, или хотя и бываютъ въ обоихъ сихъ случаяхъ нѣкоторыя разности, но не чувствительныя: и такъ не отъ воздуха произходитъ сіе сопротивленіе; 2е. сопротивленіе самое воздуха составляетъ часть предыдущаго вопроса; ибо разсуждается здѣсь о силѣ упорства тѣлъ вообще. Ежели то допускается, что воздухъ, яко матерія, дѣлаетъ сопротивленіе движенію тѣлъ, стремящихся сдвинуть его съ мѣста (а въ семъ не льзя не согласиться); то сіе доказываетъ, что воздухъ имѣетъ силу упорства. Ежели воздухъ, яко матерія, имѣетъ подобную силу: для чего же прочимъ веществамъ не имѣть оной? 3е. Ежелибы сопротивленіе, чинимое отъ находящагося въ покоѣ тѣла В усилію тѣла А, происходило единственно отъ сопротивленія воздуха, на которой оно опирается; то, для умноженія сего сопротивленія въ двое, надлежало бы тѣлу В соотвѣтствовать величинѣ воздуха въ двое большей и слѣдовательно удвоить переднюю свою поверхность. Но опытъ показываетъ, что для удвоенія сопротивленія тѣла В довольно удвоить его

вѣсъ;

вѣсъ; отъ чего однако, а паче въ сферичныхъ тѣлахъ, не удвояется поверхность. И такъ явствуетъ что сопротивленіе шара В происходитъ не отъ сопротивленія воздуха.

45. Еще возражаютъ, что сила упорства есть тоже, что и тяжесть, утверждая, что тяжесть шара В противится сдвигнутію его съ мѣста; ибо де ежели онъ не бываетъ удержанъ никакимъ препятствіемъ; то нитку, на которой виситъ, будетъ держать столько натянутою, сколько можно, и притомъ въ вертикальномъ положеніи С В, и станетъ въ самой нижней точкѣ. И такъ не льзя его изъ оной двинуть не приподнявъ его въ верхъ; ежели его занести на 2 градуса, то онъ приподнимется на вышину В F; а на 4 градуса, то будетъ на вышинѣ В Е и проч. Для сего надлежитъ преодолѣть его тяжесть, которая силится удерживать его въ точкѣ В: изъ сего заключаютъ, что такъ называемая *сила упорства* есть тоже, что и тяжесть. Надобно признаться, что сіе возраженіе казисто; но оно само собою падетъ, когда внимательно разсмотримъ, что когда шаръ находится въ самой нижней точкѣ В, то тяжесть его есть ни-

ничто; потому что она совершенно преодолѣнна ниткою С В, которая его держитъ: усиліе же тяжести его не прежде можетъ дать себя чувствовать, какъ когда шаръ перейдетъ изъ точки нижайшей къ точкѣ вышшей; слѣдственно сдвигнутіе его съ мѣста должно предшествовать усилію его тяжести. Но для произведенія сего сдвигнутія съ мѣста, надлежитъ употребить силу дѣйствительную, которая ежели и весьма мала, чтобъ сдвинуть съ мѣста шаръ, тѣмъ не менѣе есть дѣйствительная, хотя и не оказываетъ дѣйствія. Въ семъ случаѣ шаръ В противится силѣ дѣйствительной и ее уничтожаетъ, прежде нежели начинаетъ дѣйствовать яко тѣло тяжелое; и такъ онъ противится силою не зависящею отъ его тяжести, и сія-то сила называется *силою упорства.*

Слѣдующее умствованіе еще не позволяетъ смѣшивать дѣйствія упорства съ дѣйствіями тяжести. Представимъ два тѣла во всемъ подобныя, изъ одинакой матеріи, имѣющія одинакую фигуру, одинакую величину и одинъ вѣсъ, которыя начинаютъ падать свободно въ пустотѣ съ одинакой вышины и въ одно мгновеніе. Нѣтъ сомнѣнія, что оба сіи тѣла повиноваться будутъ совершенно

сво-

своей тяжести; что оба ниспадутЪ сЪ одинакою скоростію и со всею скоростію, какой требуетЪ ихЪ тяжесть, и что оба вмѣстѣ упадутЪ на плоскость, которая кончитЪ ихЪ паденіе. Ежели хочешь, чтобы одно изЪ нихЪ предварило другое вЪ своемЪ паденіи; то надобно кЪ усилію его тяжести прибавить иную силу; надобно дать ему новое понужденіе, котораго оно не можетЪ получить отЪ своей тяжести, потому что мы предполагаемЪ, что оно вЪ полности ей повинуется. Но какЪ все требующее силы для своего произведенія есть истинное сопротивленіе; то сіе тѣло, которое упадая свободно вЪ полности, повинуется своей тяжести, противится тому движенію, которое быстрѣе происходящаго отЪ тяжести; слѣдовательно противится оному силою, независящею отЪ своея тяжести; и сія-то есть сила, которую называютЪ *силою упорства*.

ГЛАВА II.

О Движенiи и его Законахъ.

46. *Движенiе* есть состоянiе тѣла, когда тѣло дѣйствительно или все, или относительно къ его частямъ переносится съ одного мѣста на другое. Тѣло можетъ въ движенiи быть двоякимъ образомъ: или все, какъ на примѣръ карета, везомая лошадьми, или ладья, плывущая по рѣкѣ; и та и другая непрерывно перемѣняетъ мѣста и отношенiя къ вещамъ окружающимъ ее; или токмо относительно къ частямъ его, какъ на пр. крылья у вѣтреной мельницы, которыя оборачиваются на томъ же мѣстѣ; ибо каждая ихъ часть поперемѣнно переходитъ чрезъ всѣ точки окружности круга ею описуемаго. И такъ тѣло тогда движется, когда перемѣняетъ отношенiе или положенiе свое въ разсужденiи вещей, въ близи или изъ дали его окружающихъ. На примѣръ человѣкъ сидящiй въ каретѣ, которая ѣдетъ, перемѣняетъ непрестанно отношенiя, ежели не съ самою каретою или съ людьми съ нимъ ѣдущими, по крайней мѣрѣ съ тѣми разными мѣстами, которыя онъ проѣзжаетъ. И такъ хотя онъ

и спокойно сидитъ, но не можно сказать, что онъ въ покоѣ.

47. Движеній есть многіе роды, какъ то: *Движеніе совершенное* и *Движеніе относительное*; *Движеніе простое* и *Движеніе сложное*; *Движеніе прямолинѣйное* и *Движеніе криволинѣйное*; *Движеніе отраженное* и *Движеніе преломленное*. Прежде нежели станемъ говорить о сихъ разныхъ родахъ движенія, надлежитъ сдѣлать себѣ нѣкоторыя предварительныя и общія о всѣхъ понятія.

48. Въ тѣлѣ находящемся въ движеніи многія вещи подлежатъ разсмотрѣнію; а именно, 1е. сила движущая, впечатлѣвающая движеніе сему тѣлу. 2е. Масса сего тѣла, коею оно противится силѣ стремящейся вывести его изъ прежняго состоянія. 3е. Направленіе, которому тѣло въ движеніи своемъ слѣдуетъ, простое ли, сложное ли его движеніе будетъ. 4е. Пространство проходимое тѣломъ. 5е. Время употребленное тѣломъ на прохожденіе сего пространства. 6е. Скорость движенія тѣла, то есть соотношеніе пространства тѣломъ проходимаго и времени употребленнаго на сіе прохожденіе. 7е. Количество движенія сего тѣла.

1. Сила движущая.

49. Всѣ тѣла, упорствомъ своимъ противятся всякому измѣненію состоянія своего (41). Тѣло, находящееся въ покоѣ, никогда не приходитъ въ движеніе, естьли не будетъ довольной причины, впечатлѣвающей ему сіе движеніе. Сія дѣйствующая причина, которая впечатлѣваетъ или по крайней мѣрѣ стремится впечатлѣть тѣлу движеніе, называется *движущею силою*. И такъ движенія не бываетъ безъ движущей силы, довольной ко впечатлѣнію онаго. *Силою движущею* называется сила одного или многихъ тѣлъ, употребляемая къ двиганію оною другихъ тѣлъ. Такова есть сила удара, даннаго тѣлу, дабы его двинуть въ какомъ нибудь направленіи.

До времени Лейбница думали, что сія сила во всякихъ безъ различія случаяхъ, должна быть измѣряема произведеніемъ массы движителя, умноженной на скорость. Но Лейбницъ первый поставилъ различіе между тою движущею силою, которая дѣйствуетъ на непреодолимое препятствіе и тою, которая дѣйствуетъ на препятствіе уступающее. Первую называетъ *силою мертвою*, и соглашается со всѣми Физика-

ками, что измѣрять ее должно умножая массу на простую скорость. Послѣднюю же называетъ *силою живою* и утверждаетъ что истинное ея могущество надлежитъ вычислять чрезъ умноженіе массы не на простую скорость, но на квадратъ скорости; то есть, на примѣръ, скорость будетъ 3, то массу множить должно не на 3 только, а на 9, число квадратное 3 хъ. Къ доказанію своего мнѣнія Лейбницъ предложилъ разсужденія и опыты казистые, и нашелъ себѣ защитниковъ въ просвѣщеннѣйшихъ Физикахъ: не взирая на сіе, многіе приняли его мнѣніе за парадоксъ или сумнительное. Разсмотримъ сіе предложеніе.

Сила мертвая.

50. И такъ *мертвая сила* есть та, которая дѣйствуетъ на препятствіе непреодолимое, которая слѣдовательно состоитъ въ единомъ стремленіи къ движенію, но не производитъ никакого дѣйствія надъ препятствіемъ, на кое она дѣйствуетъ. Такова есть сила, на примѣръ, тѣла тяжелаго, стремящагося упасть въ низъ, но которое положено на столѣ или виситъ на веревкѣ. Сіе тѣло не можетъ слетѣть въ низъ, потому что сопротивленіе стола или веревки препятствуетъ

ствуетЪ ему вЪ томЪ. ОднакожЪ оно давитЪ столЪ или натягиваетЪ веревку, и чрезЪ то показываетЪ свое стремленіе кЪ движенію, которое не можетЪ произойти, доколЪ сіи непреодолимыя препятствія ему противятся. И такЪ сіе давленіе тяжелаго тѣла вЪ обоихЪ сихЪ случаяхЪ не дѣйствительно, или лучше сказать, дѣйствія имЪ производимыя, то есть натяженіе веревки и давленіе стола суть такія дѣйствія, которыя не истощаютЪ причины гнѣтущей. И такЪ сія гнѣтущая причина не теряетЪ ничего своей силы, потому что не оказываетЪ оной; но только стремится оказать оную. По сему, когда препятствія не преодолимы, то дѣйствіе силы, стремящейся двигнуть оныя каждое мгновеніе, разрушается сими препятствіями, и каждое мгновеніе паки раждается отЪ непрестаннаго давящей силы напряженія стремящагося преодолѣть сопротивленіе. Слѣдственно малыя оныя степени гнѣтущей силы, впечатлѣваемой препятствію сдерживающему ея дѣйствіе, погибаютЪ раждаяся, и погибая раждаются; и вЪ семЪ то взаимномЪ произведеніи и разрушеніи состоитЪ дѣйствіе тяжести тѣла, когда оно удерживаемо непреодолимымЪ препятствіемЪ. Сіе

то

то давленіе, которое тотчасъ разрушается, какъ раждается, сія-то сила, которую гнѣтущая причина стремится открыть безъ успѣха, называется *мертвою силою*. Мертвая сила тѣла измѣряема или вычисляема бываетъ, какъ мы выше сказали (49), чрезъ произведеніе массы его, умноженной на начальную его скорость, то есть, на скорость, которую бы оно имѣло въ первое мгновеніе, когда бы сдерживающее его препятствіе ему уступило.

Сила живая.

51. *Сила живая* есть сила тѣла въ движеніи находящагося, которое дѣйствуетъ на препятствіе уступающее и производитъ надъ нимъ дѣйствіе. Такова есть сила тѣла, которое ударяетъ въ другое съ опредѣленною скоростію, и удареніемъ своимъ мещетъ оное на нѣкоторое разстояніе. Сія сила, какъ выше мы сказали (49), всегда измѣряема была, какъ и сила мертвая произведеніемъ массы, умноженной на простую скорость; но *Лейбницъ* полагаетъ ей измѣреніемъ произведеніе массы, умноженной на квадратъ скорости. Сколь сіе мнѣніе ни противно извѣстнымъ и издавна принятымъ правиламъ, однако нашло своихъ защитниковъ.

ковъ. Оно произвело ученой споръ, и обѣихъ сторонъ доводы помѣщены во многихъ сочиненіяхъ, а паче въ XXI. и послѣдней главѣ одного сочиненія подъ заглавіемъ: *Наставленія въ Физикѣ Гжи. Маркизы Шателетъ* (*Institutions de Physique*, qui est de Madame la *Marquise du Chatelet*), въ которомъ она собрала все, что можно сказать въ доказательство силъ живыхъ; и въ другомъ сочиненіи подъ заглавіемъ: *Dissertation sur l' Estimation & la Mesure des Forces motrices des corps, par M. de Mairan* (*Разсужденіе о Вычисленіи и Измѣреніи силъ движущихъ тѣлъ, Г. Майрана*), въ которомъ онъ сильно опровергаетъ мнѣніе Лейбница. Приводимые въ доказательство опыты съ обѣихъ сторонъ, признаны всѣми за правильные; и такъ разногласіе только въ заключеніяхъ, которыя каждая сторона изъ оныхъ опытовъ выводитъ.

Защитники живыхъ силъ предполагаютъ, на примѣръ, что два шара A и B, изъ одинакаго вещества, имѣющіе одинакую массу, одинакую величину, пущенныя свободно падать съ такихъ высотъ, чтобы одинъ A падалъ въ теченіи одной секунды, а другой B въ двѣ секунды, 1) на мягкую землю. Шаръ B сдѣлаетъ въ сей землѣ углубленіе въ четве-

ве-

веро больше углубленія шара А, и выдавитъ мягкаго вещества въ четыре раза больше, нежели А. 2е. Полагается, что сіи шары падаютъ съ тѣхъ же высотъ и въ тѣ же времена, какія выше сказаны, на плоскость совершенно упругую. Въ семъ случаѣ, ежели въ разсужденіе не принимать сопротивленія того вещества (на примѣръ воздуха), въ коемъ они движутся; оба они поднимутся въ верхъ, по силѣ противудѣйствія, которое равняется давленію (112), каждый во время равное тому, въ какое онъ падалъ, то есть А въ одну секунду, а В въ двѣ секунды; но В поднимется въ четверо выше, нежели А. Въ семъ случаѣ, какъ говорятъ, В получаетъ только двѣ степени скорости, когда А получаетъ только одну; а при всемъ томъ дѣйствія, производимыя шаромъ В, въ четверо больше дѣйствій шара А: В въ четверо больше выдавляетъ земли, нежели А; слѣдовательно удареніе его въ мягкую землю въ четверо больше ударенія А: В, по силѣ противудѣйствія восходитъ на высоту въ четверо большую, нежели на какую поднимается А; слѣдственно давленіе его на плоскость въ четверо больше давленія А. Изъ чего заключаютъ, что силы живыя суть въ содержа-

нiи квадратовъ скоростей, а не простыхъ скоростей, и что для узнанiя подлинной ихъ величины, должно измѣрять ихъ произведенiемъ массы, умноженной на квадратъ скорости, а не на простую скорость.

На сiе отвѣтствовано, что для точнѣйшаго сравненiя силъ въ обоихъ тѣлахъ, надлежитъ равнымъ быть обстоятельствамъ съ обѣихъ сторонъ и имѣть общую мѣру, которая есть время, въ которое каждое движимое тѣло дѣйствуетъ. А какъ шаръ В имѣя двойную скорость производитъ дѣйствiе четверное, и производитъ оное не иначе, какъ въ двойное время; то изъ сего должно заключить, что сила его при равномъ времени есть токмо двойная, то есть въ содержанiи простой скорости, а не квадрата скорости. Въ самомъ дѣлѣ положимъ, что два человѣка *Яковъ* и *Иванъ* идутъ; что *Яковъ* перейдетъ въ 1 часъ 1 милю, и что *Иванъ* въ 2 часа перейдетъ 4 мили. Явствуетъ, что дѣйствiе, произведенное силою *Ивана*, въ четверо больше дѣйствiя произведеннаго силою *Якова*. Однакожъ изъ сего не льзя заключить, что сила *Ивана* въ четверо больше силы *Якова*: чтобъ сiе быть могло, надобно, чтобъ *Иванъ* перешелъ 4 мили въ тоже время, какое *Яковъ* упо-

употребилъ, чтобъ перейти 1 милю; но сего нѣтъ; онъ употребляетъ двойное время. И такъ *Иванъ* въ равное время производитъ дѣйствіе только въ двое болѣе дѣйствія *Якова*, то есть, въ содержаніи простой его скорости, а все его дѣйствіе въ четверо болѣе бываетъ отъ того только, что онъ съ двойною скоростію идетъ, въ двойное время. Слѣдственно дѣйствіе, производимое *Иваномъ*, въ четверо больше дѣйствія производимаго *Яковомъ*, не потому что 4 есть квадратъ 2; но потому, что 2 раза 2 составляютъ 4. А для сего, хотя и разногласны мнѣнія въ томъ, какъ вымѣрять силы тѣлъ, находящихся въ движеніи, или такъ называемые **живыя силы**, но совершенно согласны въ томъ, какое произведеніе и какія дѣйствія отъ сихъ силъ послѣдовать долженствуютъ. Всѣ въ томъ согласны съ защитниками живыхъ силъ, что въ четверо болѣе суть дѣйствія тѣла движущагося 2 степенями скорости въ сравненіи съ тѣломъ, имѣющимъ только 1 степень скорости; но, какъ мы сказали, не потому, что 4 есть квадратъ 2, а потому единственно, что движущееся тѣло, имѣющее 2 степени скорости, дѣлаетъ напряженіе въ двое болѣе, нежели тѣло движущее-

ся единою степенью скорости. И такъ ежели принять въ счетъ и время, то безъ ошибки можно въ практикѣ вымѣрять силу тѣлъ чрезъ произведеніе массы, умноженной на простую скорость, когда оныя дѣйствительно въ движеніи находятся; когда же они удерживаются непреодолимыми препятствіями, то чрезъ ихъ стремленіе къ движенію, которое есть какъ масса и начальная ихъ скорость, то есть, та скорость, съ которою бы они начали двигаться, когдабы препятствіе уступило. Можно также вообще вычислять силу тѣлъ движущихся чрезъ произведеніе массы, умноженной на квадратъ скорости; поколику сіе вычисленіе кратче. Я говорю *вообще*, потому что сей способъ измѣренія не ко всякому случаю примѣнить можно, какъ напримѣръ къ такому, въ которомъ два тѣла столкнутся въ противномъ другъ другу направленіи, какъ то доказываетъ Г. Мэранъ опытомъ, приводимымъ имъ въ опроверженіе силъ живыхъ, и который опытъ признанъ и принятъ отъ обѣихъ сторонъ спорящихъ: а сіе и доказываетъ недостатокъ правильности мнѣнія Лейбницова.

Опытъ сей дѣлается съ двумя тѣлами мягкими или упругими, которыя противо-

по-

положнымъ другъ другу движенiемъ сталкиваются и притомъ со скоростями такими, которыя между собою въ обратномъ содержанiи ихъ массъ; извѣстно, что слѣдуетъ притти въ покой обоимъ тѣламъ, когда они мягки и безъ упругости (145); когда же они совершенно упругiя, то слѣдуетъ имъ послѣ взаимнаго удара отскочить назадъ съ тѣми же скоростями, какiя были у нихъ до удара, (153); чѣмъ и доказывается, что они ударяются другъ о друга съ равными силами. Сiе не могло бы быть, естьли бы силы содержались какъ квадраты скоростей: на примѣръ тѣло, имѣющее скорость 6 съ массою 2 и слѣдовательно силу 72, необходимо долженствовало бы унести съ собою тѣло, имѣющее массу 6, а скорость только 2 и потому 24 силу.

На сiе отвѣтствовано было, что сiя троякость силы тѣла, движущагося съ 6 скорости, истощается на углубленiя и выдавленiя вещества у тѣла, имѣющаго скорость только 2. Но, говоритъ Г. Мэранъ, какой же будетъ пунктъ, на которомъ опираться усилiямъ нужнымъ къ произведенiю сихъ углубленiй и сего внутрь вдавленiя вещества? Что поддержитъ

ихъ чрезъ противодѣйствіе равное дѣйствію? не центръ ли тяжести массы тройной, имѣющей только 2 скорость? Сія масса не истощитъ ли столько же своей силы на выдерживаніе усилій сего выдавленія, сколько ударяющее тѣло теряетъ своей къ произведенію онаго выдавленія, и то самое, что она теряетъ, не располагаетъ ли ее тѣмъ болѣе къ уступленію? И такъ нѣтъ тутъ усилій потерянныхъ; а лучше сказать потерянныя съ одной стороны, сообщены бываютъ съ другой чрезъ взаимный обмѣнъ. И такъ меншая въ силахъ масса должна быть унесена силою большею.

Сіе явственнѣе видно въ опытѣ съ тѣлами упругими; ибо углубленія и вдавленія, которыя въ нихъ произходятъ отъ взаимнаго удара, суть, ради послѣдующаго потомъ востановленія прежней фигуры ихъ, источникъ силы, нужной имъ къ тому, чтобъ по ударѣ назадъ отскочить съ тѣми же скоростями, какія были у нихъ до удара. И такъ естьли бы силы содержались между собою, какъ квадраты скоростей, то тѣло имѣющее скорость 2 и массу 6, было бы отражено назадъ ударомъ тѣла, имѣющаго массу 2 и скорость 6 съ большею силою или скоростію, не-

нежели сколько оно имѣло до удара; а сіе противно опыту.

И такъ можно вымѣрять движущія силы чрезъ умноженіе массъ или на простую скорость, въ разсужденіе притомъ принимая и время, или на квадратъ скорости; выключая однако тѣ случаи, въ которыхъ тѣла сталкиваются въ противоположныхъ направленіяхъ.

2. *Масса тѣлъ.*

52. 2е. Тѣла противятся равно и движенію и покою по своей силѣ упорства (41); сила сія пропорціональна ихъ *Массѣ*, или количеству содержащейся въ нихъ матеріи, понеже оная принадлежитъ каждой части матеріи. И такъ тѣло тѣмъ болѣе противится движенію, ему впечатлѣваемому, чѣмъ болѣе имѣетъ массы, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ. Посему чѣмъ болѣе въ тѣлѣ масса, тѣмъ меньшую оно получаетъ скорость отъ одинакаго ударенія: слѣдовательно скорости тѣлъ, получающихъ равныя ударенія, находятся въ обратномъ содержаніи ихъ массъ.

3. *Направленіе движеній.*

53. Зе. Движеніе не бываетъ безъ особливаго опредѣленія мѣста; почему всякое тѣло движущееся стремится къ нѣкоторой точкѣ, и сіе-то стремленіе называется *направленіемъ*. Ежели тѣло повинуется единой силѣ, или и многимъ, но подобно направляемымъ, то оно движется движеніемъ простымъ и стремится къ единой точкѣ. Естьли же многія силы, различно направленныя, въ одно время нудятъ его двигаться, то оно стремится ко многимъ точкамъ; но какъ не можетъ оно вдругъ итти къ разнымъ точкамъ, то движеніе его учиняется сложнымъ; оно принимаетъ направленіе среднее между направленіями силъ, коимъ оно повинуется (160); въ такомъ случаѣ идетъ тѣло какъ бы двигалось оно движеніемъ простымъ, и къ единой точкѣ стремится. Линѣя, проведенная къ точкѣ, къ коей тѣло стремится, простымъ ли, сложнымъ ли движеніемъ, представляетъ направленіе движенія сего тѣла; и ежели оно двинется, то конечно пробѣжитъ по сей линѣи, развѣ когда движеніе его сложено изъ такихъ силъ, которыхъ взаимныя отношенія измѣняются (168), въ которомъ

ромЪ случаѢ пойдетЪ оно по кривой линѢѢ, которая и сама состоитЪ изЪ линѢй прямыхЪ, безконечно короткихЪ, другЪ ко другу наклоненныхЪ нечувствительно, и составляющихЪ углы тупые.

4. *Пространство перебѢгаемое.*

54. 4е. *Пространство* перебѢгаемое тѢломЪ есть линѢя, описываемая имЪ во время его движенія. ЕстьлибЪ тѢло движущееся было точка, то перебѢжанное имЪ пространство было бы математическая линѢя; но какЪ нѢтЪ тѢла, которое бы не имѢло протяженія (6); то пространство перебѢгаемое имѢетЪ всегда нѢкоторую широту; не взирая однако на сіе, при измѢреніи сего пространства, перебѢгаемаго тѢломЪ, принимаютЪ вЪ разсужденіе одну токмо его длину, которая быть можетЪ больше, или меньше.

5. *Время употребленное.*

55. 5е. Необходимо нужно тѢлу нѢкоторое *время* на перебѢжаніе пространства. Когда тѢло А (фиг. 3) перебѢгаетЪ пространство А В, то, пока оно идетЪ отЪ А кЪ В, протечетЪ часть времени, сколь бы ни мало было растояніе А В, ибо то мгновеніе, вЪ которое тѢло будетЪ вЪ А, не

будетЪ то же мгновеніе, вЪ которое тѣло будетЪ вЪ B; поелику тѣло не можетЪ быть вЪ двухЪ мѣстахЪ вЪ одно время. И такЪ всякое пространство перебѣгаемо бываетЪ вЪ нѣкоторое время, которое можетЪ быть больше, или меньше продолжительно.

6. *Скорость.*

56. 6 е. *Скорость* движущагося тѣла есть способность его перебѣгать извѣстное пространство вЪ извѣстное время. ЧѣмЪ болѣе сіе пространство, а время короче, тѣмЪ болѣе и скорость. И такЪ скорость тѣла есть отношеніе между перебѣгаемымЪ отЪ него пространствомЪ и употребленнымЪ на сіе временемЪ; слѣдовательно нѣтЪ движенія безЪ какой либо скорости. ЧтобЪ узнать сію скорость, надлежитЪ раздѣлить пространство на время; также узнается и пространство чрезЪ умноженіе скорости на время. На примѣрЪ тѣло перебѣгаетЪ 1000 саженЪ вЪ 10 минутЪ; то скорость его будетЪ 100 саженЪ на минуту, потому что 100 есть частное число 1000, раздѣленной на 10. Ежели станемЪ сравнивать скорости двухЪ тѣлЪ, то содержаніе между ними найдемЪ по сему же правилу. На примѣрЪ, положимЪ, что тѣло A перебѣ-

таетЪ

гаетъ 54 сажени въ 9 минутъ, а тѣло В перебѣгаетъ 96 саженъ въ 6 минутъ; то скорость тѣла А къ скорости тѣла В будетъ содержаться, какъ 6 частное изъ 54, раздѣленныхъ на 9, къ 16 частному изъ 96 раздѣленныхъ на 6.

Слѣдовательно скорости двухъ тѣлъ, перебѣгающихъ неравныя пространства въ неравныя времена, содержатся между собою, какъ перебѣжанныя пространства, раздѣленныя на времена, какъ видно изъ приведеннаго примѣра. Ежели два тѣла перебѣгаютъ не равныя пространства въ равныя времена, то скорости ихъ будутъ въ содержанiи прямомъ пространствъ: на примѣръ, ежели тѣло А перебѣгаетъ 200 саженъ въ 2 минуты, а тѣло В только 100 саженъ перебѣгаетъ въ то же время, то ихъ скорости будутъ содержаться какъ 200 къ 100 или какъ 2 къ 1. Но ежели два тѣла переходятъ пространства равныя въ неравныя времена, то скорости ихъ будутъ между собою въ обратномъ содержанiи временъ: на примѣръ, тѣла А и В переходятъ 200 саженъ А въ 1 минуту, а В въ 2 минуты, то скорость тѣла А къ скорости тѣла В, какъ 2 къ 1 будетъ въ обратномъ содержанiи временъ.

Скорость движущагося тѣла можетъ быть равномѣрная, или возрастающая, или умаляющаяся.

57. Скорость сего тѣла есть *равномѣрная*, когда оно перебѣгаетъ равныя пространства въ равныя времена. Положимъ, на примѣръ, что тѣло перебѣгаетъ одну сажень въ одну секунду, другую сажень въ слѣдующую секунду, еще сажень же въ третью секунду и далѣе, такимъ образомъ, что времена и пространства, перебѣгаемыя въ каждое время равны между собою; сіе тѣло имѣетъ скорость равномѣрную. Не трудно себѣ представить, что сія равномѣрность скорости возможна; но въ самой натурѣ весьма рѣдко усматривается, ради неизбѣжныхъ препятствій, которыя ежеминутно производятъ перемѣну въ движеніяхъ тѣлъ (76 и 96).

58. Скорость тѣла есть *возрастающая*, когда въ равныя времена, одно за другимъ слѣдующія, перебѣгаетъ оно пространства, которыя увеличиваются отъ времени до времени, или когда оно перебѣгаетъ пространства всѣ равныя между собою, но во времена одно за другимъ умаляющіяся. Такова есть скорость тѣла свободно падающа-

щаго, которое скорѣе летитъ при концѣ своего паденія, нежели при началѣ (214).

59. Скорость тѣла есть *умаляющаяся*, когда въ равныя одно за другимъ слѣдующія времена перебѣгаетъ оно пространства, которыя часъ отъ часу уменшаются, или когда перебѣгаетъ пространства равныя, но во времена одно за другимъ увеличивающіяся. Такова есть скорость шара катящагося по земли, которой часъ отъ часу тише катится, пока совсѣмъ остановится.

Скорость тѣлъ раздѣляется также на совершенную, сравнительную и относительную.

60. Скорость тѣла *совершенная* есть та, которая въ разсужденіе принимаема бываетъ безъ всякаго отношенія къ скорости другаго тѣла, какъ то, на примѣръ, когда въ разсужденіе принимается скорость лошади, которая перебѣгаетъ 4 мили въ 2 часа. Скорость ея будетъ по двѣ мили на часъ. И такъ собственная, или совершенная скорость тѣла есть отношеніе пространства имъ перебѣгаемаго, ко времени употребленному на перебѣжаніе онаго пространства.

61. Скорость *сравнительная* есть та, которая сравнивается со скоростію другаго тѣла: на примѣръ, когда сравниваются скорости двухъ лошадей, которыя пробѣгаютъ одинакое число верстъ; но одна болѣе употребляетъ на сіе времени, нежели другая; скорости ихъ будутъ въ обратномъ содержаніи временъ (56); ежели первая употребила 1 часъ, а другая 2 часа, то скорость первой къ скорости второй какъ 2 къ 1. Ежели обѣ сіи лошади бѣжали равное время, но одна другую выпередила; то ихъ скорости будутъ въ прямомъ содержаніи перебѣжанныхъ ими пространствъ, какъ то, ежели одна въ двое большее пространство перешла, то скорость ея будетъ въ двое болѣе, нежели скорость другой.

62. Скорость *относительная* есть та, съ которою пространство, раздѣляющее два тѣла, перебѣгаемо бываетъ, или все однимъ тѣломъ, или часть онаго однимъ и часть другимъ, то есть, когда одно тѣло находится въ покоѣ, а другое перебѣгаетъ все пространство, или когда оба они въ одну, или въ противныя стороны движутся съ равными, или съ неравными скоростями. На примѣръ, ежели два тѣла А и В (фиг. 4.), расmоящія

другъ

другъ отъ друга на 4 фута, сойдутся въ одну секунду; то скорость относительная обоихъ сихъ тѣлъ всегда останется таже; одно ли А пройдетъ чрезъ все пространство, или В встрѣтитъ его, на примѣръ на 3, или В идучи въ одну сторону съ А перебѣжитъ, на примѣръ 3 фута, когда между тѣмъ А перебѣжитъ 7 футовъ и пр.; только бы во всѣхъ сихъ случаяхъ сошлися оба тѣла въ 1 секунду. Сіе ясно показываетъ, что не должно смѣшивать относительной скорости со скоростію совершенною или собственною каждаго тѣла (60); ибо въ первомъ только случаѣ скорость совершенная тѣла А будетъ одинакая съ относительною, то есть 4 фута на секунду; а совершенная скорость тѣла В будетъ нуль. Но во второмъ случаѣ скорость совершенная тѣла А будетъ 3 фута; тѣла В 1 футъ; а относительная скорость 4 фута на секунду. Въ третьемъ случаѣ скорость совершенная тѣла А будетъ 7 футовъ; скорость тѣла В будетъ 3 фута, а относительная скорость также 4 фута на секунду.

Также и въ томъ же смыслѣ называется *относительною скоростію* та, съ которою два тѣла удаляются одно отъ другаго на

на извѣстное разстояніе въ опредѣленное время, какія бы ни были ихъ скорости совершенныя.

7. *Количество движенія.*

63. 7е. *Количество движенія* тѣла измѣряется умноженіемъ массы тѣла на его скорость, ибо оное къ нимъ пропорціонально; то же тѣло будетъ имѣть болѣе движенія, когда будетъ имѣть болѣе массу, или скорость; или, что все равно, изъ двухъ тѣлъ равныхъ массъ, имѣющее большую скорость, имѣетъ большее и движеніе; а изъ двухъ тѣлъ, имѣющихъ равныя скорости, то, которое имѣетъ большую массу, имѣетъ больше и движенія: ибо скорость впечатлѣнная какому нибудь тѣлу принадлежитъ каждой части сего тѣла, и ежели бы оныя части распалися, то каждая изъ нихъ продолжала бы двигаться съ тою же степенью скорости, которая впечатлѣна была цѣлому тѣлу, естьли бы отъ раздѣленія сего не умножилися препятствія. Положимъ, на примѣръ, что тѣло А, имѣющее массу 4 и тѣло В, имѣющее массу 2, движутся каждое 6 степенями скорости: тѣло А можно себѣ представить раздѣленнымъ на двѣ равныя части, движущіяся сими 6 ю степеня-

пенями скорости; и такъ каждая изъ сихъ частей имѣетъ количество движенія, равное количеству движенія тѣла В, понеже каждая имѣетъ туже массу и туже скорость. И такъ обѣ сіи части вмѣстѣ, составляя тѣло А, имѣютъ количество движенія въ двое болѣе количества движенія тѣла В; для того что масса ихъ въ двое болѣе. Тоже бы должно было заключить, когда бы, при равныхъ массахъ, тѣло А имѣло скорость въ двое больше скорости тѣла В. Слѣдовательно содержаніе количествъ движенія двухъ тѣлъ найдется, когда помножить массу каждаго тѣла на его скорость, равныя или неравныя будутъ ихъ массы и скорости. На примѣръ положимъ, что тѣло А имѣетъ массу 4, а скорость 6; тѣло В массу 7, а скорость 5; количество движенія тѣла А къ количеству движенія тѣла В, будетъ содержаться, какъ 24, произведеніе 4 массы, умноженныхъ на 6 скорости, къ 35, произведенію 7 массы, умноженныхъ на 5 скорости. Вообще, *количество движенія тѣла въ сложномъ содержаніи изъ массы его и скорости.*

64. Тѣло движущееся можетъ двигать прочія тѣла тѣмъ удобнѣе, чѣмъ больше въ немъ количество движенія; и какъ сіе

 ко-

количество движенія есть относительно къ массѣ и скорости его (63) и возрастаетъ какъ отъ одной, такъ и отъ другой; то можно по обстоятельствамъ замѣнять одну другою; ибо тѣло, имѣющее небольшую массу, столько же можетъ произвести усилія, при великой скорости, какъ и тѣло, имѣющее менѣе скорости, а болѣе массы. Всѣмъ извѣстно, что малымъ молоткомъ дѣйствуя скоро, такъ же можно вколотить гвоздь, какъ и большимъ, которой бы тише дѣйствовалъ.

Движеніе совершенное.

65. Движеніе совершенное, (собственное) есть премѣненіе относительнаго положенія тѣла ко всѣмъ прочимъ тѣламъ его окружающимъ. Таково есть движеніе человѣка, идущаго отъ одного мѣста къ другому; онъ непрестанно перемѣняетъ относительное положеніе къ разнымъ частямъ земли, по которой идетъ.

Движеніе относительное.

66. Движеніе относительное есть премѣненіе положенія тѣла относительно къ извѣстнымъ нѣкоторымъ тѣламъ, окружающимъ его въ близи или изъ дали, а не относительно къ другимъ. Тѣло можетъ быть въ покоѣ относительно къ нѣкоторымъ тѣламъ его окружающимъ, и въ движеніи относи-

носительно къ другимъ тѣламъ. На примѣръ, человѣкъ сидящій неподвижно на караблѣ плывущемъ, находится въ покоѣ относительно къ кораблю и ко всему наономъ находящемуся; но въ *движеніи относительномъ* въ разсужденіи берега. Ежели сей человѣкъ, вмѣсто того, чтобы пребывать въ покоѣ, станетъ ходить по кораблю, то будетъ онъ въ движеніи относительно и къ кораблю и къ берегу: ибо онъ собственнымъ движеніемъ будетъ перемѣнять положеніе свое относительно къ разнымъ частямъ корабля; а движеніемъ общимъ съ кораблемъ, будетъ перемѣнять положеніе свое относительно къ тѣламъ находящимся на берегу. Однако ежели сей человѣкъ пойдетъ съ носа къ кормѣ со скоростію равною той, съ которою корабль плыветъ, то есть, ежели онъ перейдетъ длину корабля въ тоже время, какое употреблено кораблемъ на переплытіе такого же пространства, но въ противномъ направленіи; сей человѣкъ будетъ въ движеніи относительно къ кораблю, но не относительно къ берегу; ибо онъ отвѣтствуетъ тому же пункту на берегу, и смотрящій на него съ берега увидитъ его въ соотвѣтствіи съ тѣмъ же пунктомъ противулежащаго берега.

 Дви-

Движеніе простое.

67. Движеніе простое есть движеніе тѣла направляемаго къ единой точкѣ, когда оно отъ многихъ или одной силы ударяемо или влекомо бываетъ по одному направленію. И такъ *движеніе простое* есть дѣйствіе единаго понужденія, или многихъ дѣйствующихъ вмѣстѣ, или послѣдовательно въ одинакомъ направленіи. Таково есть движеніе тѣла тяжелаго, которое тяжестію своею нудится ниспадать по перпендикулярной къ горизонту линѣѣ; также и кареты везомой шестью лошадями.

Движеніе сложное.

68. Движеніе сложное есть движеніе тѣла понуждаемаго отъ многихъ силъ, дѣйствующихъ въ одно время и по разнымъ направленіямъ, которыя вмѣстѣ составляютъ уголъ, или пересѣкаютъ другъ друга. И такъ *движеніе сложное* есть дѣйствіе, отъ многихъ понужденій происходящее, которыя устремлены на тѣло въ одно время, но которыхъ направленія взаимно себя пересѣкаютъ. Таково есть движеніе ладьи АЕ (фиг. 5.), которая идетъ вдоль канала АВ, влекома будучи двумя человѣками

С,

C, D, которые находясь на обоихъ берегахъ тянутъ ладью, одинъ веревкою EC, а другой веревкою ED. Ладья идетъ по направленію BE. О семъ движеніи, которое весьма часто встрѣчается въ натурѣ, будемъ говорить ниже сего подробнѣе (159).

Движеніе прямолинѣйное.

69. Движеніе прямолинѣйное есть то, которое происходитъ по прямой линѣѣ. Оно всегда бываетъ въ движеніи простомъ (67). Бываетъ оно также и въ сложномъ, когда производящія оное силы пребываютъ въ тѣхъ же между собою отношеніяхъ во все продолженіе движенія, или когда они не измѣняются, или когда измѣненія ихъ бываютъ равны или пропорціональны между собою (161).

Движеніе криволинѣйное.

70. Движеніе криволинѣйное есть то, которое происходитъ по кривой линѣѣ. Таковы суть всѣ сложныя движенія (68), производимыя отъ такихъ силъ, которыя, вмѣстѣ дѣйствуя, ежеминутно перемѣняютъ свои отношенія, какъ въ разсужденіи направленія, такъ и въ разсужденіи своего напряженія.

Движенiе отраженное.

71. Отраженное движенiе есть движенiе тѣла, встрѣчающаго непроницаемое препятствiе, какъ то, стѣну, каменную гору и пр. отъ которыхъ тѣло принуждено бываетъ отскочить. Таково есть движенiе мяча, которой коснувшись стѣны, въ которую онъ брошенъ, отскакиваетъ къ тому, кто его бросилъ.

Движенiе преломленное.

72. Движенiе преломленное есть движенiе тѣла, которое переходитъ по косвенной линѣѣ изъ одной жидкой матерiи въ другую, болѣе или менѣе сопротивляющуюся, нежели первая, и коея отъ большаго или меньшаго сопротивленiя тѣло принуждено бываетъ оставить прежнее свое направленiе. Таково есть движенiе тѣла, переходящаго изъ воздуха въ воду, или изъ воды въ воздухъ, когда плоскость, ихъ раздѣляющая, представляется движущемуся тѣлу косвенно. Изъ сего видно, что для *движенiя преломленнаго* потребны необходимо двѣ вещи; то есть, прохожденiе сквозь два жидкiя вещества и косвенность паденiя тѣла на плоскость раздѣляющую сiи два вещества.

ЗАКОНЫ ДВИЖЕНІЯ.

73. *Законами движенія* называются нѣкоторыя правила, по которымъ тѣла движутся, когда дѣйствуютъ однѣ на другія.

Два рода есть движеній, *простое* (67) и *сложное* (68), коихъ всѣ прочія, о которыхъ мы теперь говорили, суть токмо виды. И такъ когда поставимъ законы сихъ двухъ движеній, поставимъ чрезъ сіе законы и прочихъ движеній; останется только прибавить къ нимъ нѣкоторыя подробности, о которыхъ будемъ говорить послѣ.

1. *Законы движенія простаго.*

74. *Всякое тѣло, единожды приведенное въ движеніе, должно продолжать двигаться въ томъ направленіи и съ тою степенью скорости, которыя оно получило, ежели состояніе его не перемѣнено будетъ отъ какой новой причины.*

Ежели сіе тѣло отступаетъ отъ прямой линѣи, которую оно начало описывать, ежели его скорость умножается или умен-

шается; то сіи перемѣны происходятъ отъ особливой причины, устремляющей его иначе, прибавляющей или отнимающей у него скорость; безъ чего первая причина не перестала бы производить полнаго своего дѣйствія: ибо всѣ тѣла имѣютъ упорство (41), по которому они противятся всякому измѣненію своего состоянія; а сіе сопротивленіе не можетъ быть преодолѣно, какъ токмо противуположной ему силою; и такъ когда нѣтъ сей силы, законъ имѣетъ свое дѣйствіе.

75. Но можетъ кто возразить, что сей законъ опредѣляетъ тѣламъ, находящимся въ движеніи, такую неизмѣнность направленія и скорости, каковой никогда не находимъ. Ибо всякое движеніе умаляется, и всякое двигнутое тѣло приходитъ паки въ покой по нѣкоторомъ больше или меньше продолжительномъ времени.

Правда, что никакой опытъ не доказываетъ прямо положенія сего закона. Но 1е. всякое тѣло, въ какомъ состояніи оное ни находится, стремится пребывать въономъ по силѣ своего упорства (41); сего довольно бы было къ доказанію, что законъ, о которомъ говоримъ, существуетъ въ натурѣ. 2е. Естьли тѣла всегда чрезъ

нѣ-

нѣкоторое время и теряютъ свое движеніе; то сіе отъ того бываетъ, что всегда есть препятствія, оное у нихъ отнимающія: ибо 1е. въ какомъ бы мѣстѣ и какимъ бы образомъ ни двигались тѣла; всегда они бываютъ погружены въ какой нибудь жидкой матеріи, которую непрестанно должны они сдвигать съ мѣста для открытія себѣ пути; а какъ сія матерія, подобно прочимъ веществамъ, не проницаема (11); то непрерывно она и сопротивляется движимому тѣлу, стремящемуся ее изъ мѣста вытѣснить. И такъ движимое сіе тѣло не можетъ продолжать двигаться иначе, какъ въ каждое мгновеніе употребляя часть своего движенія на преодолѣніе сего сопротивленія; а чрезъ нѣкоторое время употребивъ оное все безъ остатку, приходитъ въ покой. 2е. Поелику всѣ тѣла имѣютъ тяжесть (198); то никакое иначе не можетъ двигаться, какъ или вися на чемъ, или касаясь какой плоскости, или покрайней мѣрѣ скользя въ какой нибудь жидкой матеріи, обьемлющей его со всѣхъ сторонъ. Въ какомъ бы изъ сихъ положеній тѣло ни находилось, должно ему перейти разныя точки поверхности плоскости, по которой оно идетъ, или жидкаго вещества, въ

коемъ движется. Сіе непрестанное прикосновеніе поверхности съ поверхностью, называется *треніемъ* и производитъ сопротивленіе движенію. Оба сіи сопротивленія, происходящія отъ жидкихъ веществъ, въ коихъ тѣла движутся, и отъ треній такъ соединены съ естественнымъ состояніемъ тѣлъ, какъ сіе всякому извѣстно, что совершенно не возможно избѣжать оныхъ. Естьли бы оба сіи сопротивленія перестали существовать, то первый нашъ законъ имѣлъ бы полное и цѣлое свое дѣйствіе. Тѣло, единожды приведенное въ движеніе въ совершенной пустотѣ, продолжало бы двигаться въ оной вѣчно, и проходило бы всегда пространства равныя въ равныя времена; потому что никакое препятствіе не истощало бы силы сего тѣла, ни всей, ни по частямъ.

Какъ часто нужно намъ бываетъ знать количество движенія, остающееся въ тѣлѣ, по уменшеніи онаго чрезъ сопротивленія, происходящія и отъ жидкихъ веществъ обтекающихъ тѣла, и отъ тренія; то посмотримъ, что надлежитъ принимать въ разсужденіе, когда потребуется вычислить, или вымѣрять сіи сопротивленія.

Сопро-

Сопротивленіе жидкихъ веществъ.

76. Жидкія вещества, среди которыхъ тѣла движутся, противуполагаютъ препятствіе движенію сихъ тѣлъ (75); ибо они, какъ всѣ прочія тѣла, по упорству своему противятся (11) усиліямъ, стремящимся ихъ вытѣснить изъ мѣста. Сіе сопротивленіе пропорціонально массѣ (24), которая должна быть вытѣснена. Величина сея массы зависитъ 1е. отъ густоты жидкаго тѣла; 2е. отъ количества его, которое должно вытѣснить: и такъ чѣмъ больше густота его и количество, тѣмъ знатнѣе сопротивленіе жидкаго тѣла; количество же сіе, которое должно вытѣснять, измѣряется переднею поверхностію движущагося тѣла, и пространствомъ, которое пробѣгаемо бываетъ симъ тѣломъ въ данное время. И такъ чѣмъ болѣе передняя поверхность и скорость движущагося тѣла, тѣмъ болѣе массы жидкаго вещества вытѣсняется; слѣдовательно тѣмъ болѣе и сопротивленіе.

77. Для измѣренія сопротивленія сего *Невтонъ* далъ правило, которое подаетъ намъ по крайней мѣрѣ нѣкоторыя понятія. Онъ доказалъ, что *шаровидное тѣло*, движущееся въ жид-

жидкой матеріи спокойной, имѣющей одинакую съ нимъ густоту, теряетъ половину своего движенія, перешедъ пространство равное $\frac{8}{3}$ своего поперешника. Количество, выдавленнаго шаромъ жидкаго вещества равно цилиндру, коего основанія поперешникъ тотъ же, что и у шара, а ось линѣя, описанная центромъ шара, то есть $\frac{8}{3}$ поперешника его. А какъ цилиндръ къ шару одинакаго поперешника содержится, какъ 3 къ 2: то цилиндръ, у котораго поперешникъ основанія равенъ поперешнику шара, а вышина равна $\frac{2}{3}$ поперешника шара, (когда и тотъ и другой равной густоты), имѣетъ массу равную массѣ шара. И такъ въ семъ случаѣ масса жидкаго вещества вытѣсненнаго, къ массѣ тѣла шаровиднаго, какъ 8 къ 2, или какъ 4 къ 1. Слѣдовательно, какая бы ни была густота сего жидкаго вещества и въ немъ движущагося шара, ежели шаръ сей вытѣснитъ массу жидкаго вещества въ 4 раза больше своей, то потеряетъ половину своего движенія.

78. И такъ, что бы узнать какое пространство шару должно, на примѣръ въ водѣ, пройти, что бы потерять половину своего движенія, потребно знать содержаніе густоты сего тѣла къ густотѣ воды. Густо-

стота золота чистаго къ густотѣ воды, какъ 192581 къ 10000; густота мѣди желтой къ густотѣ воды, какъ 83958 къ 10000; густота свинцу къ густотѣ воды, какъ 113523 къ 10000. Изъ сего слѣдуетъ, что шару золотому, что бы потерять половину своего движенія, должно пройти въ водѣ пространство равное 51 съ $\frac{1}{3}$ разъ взятому своему поперешнику; шару мѣдному пространство равное 22 съ $\frac{1}{3}$ своимъ поперешникамъ; а шару свинцовому пространство равное 30 съ $\frac{1}{4}$ своимъ поперешникамъ. Мы предполагаемъ здѣсь тѣло шаровидное; ибо ежелибъ оно было другой фигуры, то иное бы послѣдовало сопротивленіе; и для потерянія половины своего движенія надлежало бы ему перейти большее или меньшее пространство, смотря по фигурѣ его или поверхности, во время его движенія напереди находящейся.

Г. *Іаковъ Бернуллій* доказалъ слѣдующія Теоремы.

79. Когда треугольникъ равнобедренной движется въ жидкомъ веществѣ по направленію линѣи перпендикулярной къ его основанію, сперва шпицомъ, а потомъ основаніемъ; то сопротивленіе въ первомъ случаѣ будетъ содержаться къ сопротивленію во

второмъ случаѣ, какъ квадратъ половины основанія къ квадрату котораго нибудь бока. Изъ чего видно, что чѣмъ острѣе уголъ шпица въ треугольникѣ, тѣмъ менѣе будетъ сопротивленіе.

80. Сопротивленіе квадрата, движимаго по направленію бока его, къ сопротивленію сего же квадрата, движимаго по направленію его діагонала, содержится какъ бокъ къ половинѣ діагонала.

81. Сопротивленіе полукруга, движущагося своимъ основаніемъ, къ сопротивленію тому, когда онъ движется своимъ верхомъ, содержится какъ 3 къ 2.

Сіи правила могутъ быть нѣсколько полезны въ строеніи кораблей.

82. Выше сказано (76), что сопротивленіе жидкихъ тѣлъ зависитъ отъ количества ихъ, вытѣсняемаго въ данное время, и что сіе количество измѣряется переднею поверхностію движущагося тѣла и путемъ, которой пройденъ онымъ тѣломъ въ сіе время. И такъ, чѣмъ болѣе сія поверхность, тѣмъ болѣе сопротивленіе. Для сего корабль, у котораго распущены всѣ паруса, большему подвергается дѣйствію на него вѣтра. Изъ сего также слѣдуетъ, что тоже тѣло, проходя равныя простран-

ства-

ства въ одинакое время, можетъ встрѣчать большее или меньшее сопротивленіе въ томъ же жидкомъ веществѣ, по положенію своихъ поверхностей, принимающихъ удары жидкаго вещества. Извѣстно, что большее въ водѣ ощущается сопротивленіе, когда двигать въ ней руку плашмя, а не ребромъ. Для сего гребецъ дѣйствуетъ весломъ на воду плашмя, когда надобно ему упираться въ сопротивляющуюся воду: но поднимаетъ оное въ верхъ ребромъ, дабы менѣе терять на то силы. Для сей же причины линѣйка меньшее въ воздухѣ встрѣчаетъ сопротивленіе движимая ребромъ, нежели плашмя.

83. Сіе сопротивленіе жидкихъ тѣлъ возрастаетъ также по мѣрѣ увеличиванія скорости въ движимомъ тѣлѣ, и возрастаетъ не какъ простая скорость, но почти какъ квадратъ скорости; на примѣръ, положимъ, что два тѣла равныя А и В, движутся въ томъ же жидкомъ веществѣ; А, со скоростію втрое большею противу скорости В; то А будетъ выдерживать сопротивленіе въ девять кратъ больше, нежели В; ибо когда подобныя тѣла движутся сквозь одинакую жидкую матерію съ разными скоростями; то сіе сопротивленіе возрастаетъ по пропорціи числа частицъ ударен-

ренныхЪ вЪ равное время, а число сіе есть, какЪ пространство пройденное вЪ тоже время, то есть, какЪ скорость: но сверхЪ того возрастаетЪ оно пропорціонально кЪ силѣ, сЪ которою тѣло ударяетЪ каждую частицу; а сія сила есть, какЪ скорость тѣла. Слѣдовательно, когда скорость тройная, то и сопротивленіе тройное, по причинѣ тройнаго числа частей, которыя тѣло должно удалить; также тройное оно, по причинѣ вЪ трое большаго удара, сообщаемаго имЪ всякой частицѣ; по чему все сопротивленіе увеличится вЪ девятеро, то есть какЪ квадратЪ скорости. И такЪ движеніе тѣла вЪ жидкомЪ веществѣ умаляется, частію вЪ простомЪ содержаніи его скорости, а частію вЪ удвоенномЪ содержаніи сея же самыя скорости; и когда сія скорость возрастаетЪ до нѣкоторой степени, тогда тѣло ударяетЪ вЪ жидкую матерію скорѣе, нежели оная можетЪ ему уступать, и она служитЪ вмѣсто подставки. ОтЪ чего, на примѣрЪ, удары веселЪ по водѣ движутЪ лодку? и отЪ чего они тѣмЪ скорѣе оное движутЪ, чѣмЪ сами бываютЪ скорѣе и чаще? ОтЪ того, что вода, ударенная скорѣе, нежели какЪ она успѣть можетЪ уступить, учиняется чрезЪ сію свою медленность подставкою

для весла. Рыбы перьями и плескомъ своимъ, пловцы руками и ногами своими производятъ то, что гребецъ весломъ.

84. Воздухъ есть также жидкое сопротивляющееся вещество, какъ и прочія, съ тою токмо разностію, что будучи не столько густъ, менѣе сопротивляется. И такъ, чтобы опираться на него, надлежитъ или скоро, или большее его количество вдругъ ударять. По чему птицы, летающія долгое время и далеко, какъ-то ласточки, хищныя птицы, многія при водахъ живущія и проч. мало имѣютъ тѣла, а много перьевъ, и большія крылья, дабы можно было имъ ударять большее количество воздуха и не имѣть нужды въ великой скорости, отъ которой могутъ утомиться. Напротивъ летающія не такъ далеко и часто, имѣютъ тѣла больше, а крылья по пропорціи менѣе; для сего нужно имъ ударять воздухъ скорѣе; а сіе приводитъ ихъ въ усталость и препятствуетъ имъ летать далеко. Сравнимъ теперь тяжесть человѣка съ тою силою, какую потребно было бы ему имѣть въ мышцахъ, что бы двигать крыльями, величины соразмѣрной массѣ его, и со скоростію, могущею поддер-

живать его на воздухѣ; и разсудимъ о неразуміи тѣхъ, которые изыскивали средства летать. Не правильно было бы возраженіе, что воздушные шары доказали намъ возможность летанія: здѣсь дѣйствіе совсѣмъ иное. Человѣкъ держится на воздухѣ шаромъ, которой есть легче того количества воздуха, мѣсто котораго имъ занято, и держится онъ не имѣя нужды употреблять усилія.

85. Сопротивленіе, происходящее отъ сцѣпленія частей въ жидкихъ веществахъ, выключая клейкія, почти не чувствительно въ сравненіи съ другимъ сопротивленіемъ, которое въ содержаніи квадратовъ скоростей. Чѣмъ болѣе скорость, тѣмъ болѣе разнятся оба сопротивленія: для сего при быстрыхъ движеніяхъ, должно смотрѣть токмо на то сопротивленіе, которое въ содержаніи квадрата скорости.

86. Когда самая сопротивляющаяся жидкая матерія въ движеніи, то сопротивленіе ея увеличится или уменшится отъ сего собственнаго ея движенія; увеличится, ежели она движется въ противномъ движущемуся тѣлу направленіи; уменшится, или совсѣмъ уничтожится, ежели и тѣло движущееся и жидкая матерія движутся въ одну сторону. На примѣръ

мѣрѣ рыба, плывущая противъ теченія рѣки, человѣкъ, идущій противъ вѣтру, имѣютъ преодолѣвать и та и другой два сопротивленія: одно, упорства того количества матеріи жидкой, которое должно вытѣснить изъ мѣста, такъ какъ бы сія матерія и не была въ движеніи: другое, движенія жидкой сей матеріи, коего направленіе противуположно ихъ направленію. Для сего, когда надобно двигать тѣло противу направленія матеріи жидкой, коея движеніе быстро, то уменшаютъ, сколько можно, величину тѣла, что бы тѣмъ менѣе дѣйствовало на него устремленіе жидкой матеріи. На кораблѣ, имѣющемъ противный вѣтръ, сбираются парусы; мельникъ, при сильномъ вѣтрѣ, снимаетъ нѣкоторыя части съ крыльевъ вѣтреной мельницы.

87. Когда и жидкое и въ немъ движущееся твердое тѣло имѣютъ одинакое направленіе, то или равныя у нихъ скорости, или у одного большая. Въ первомъ случаѣ, сопротивленіе жидкаго уничтожается: какъ то рыба, плывущая по теченію воды, или воздушный шаръ, несомый вѣтромъ, не находятъ сопротивленія въ жидкихъ веществахъ, въ коихъ движутся. Во впоромъ случаѣ,

тѣло, имѣющее большую скорость, сообщаетъ оную другому съ потеряніемъ своей. На примѣръ ядро пушечное, которое летитъ по вѣтру, не столько встрѣчаетъ отъ воздуха сопротивленія, какъ въ тихое время; скорость его менѣе удерживаема бываетъ: но поелику оно летитъ скорѣе вѣтра, то при всемъ томъ должно ему открывать себѣ путь сквозь воздухъ; которой медленно ему уступаетъ. И такъ хотя и есть ему сопротивленіе, но меньшее, нежели какое было бы въ тихомъ воздухѣ.

88. Весьма важно для насъ узнать, въ отношеніи къ сопротивленію жидкихъ веществъ, наипаче сопротивленіе воды тѣламъ плавающимъ по ней, какъ на примѣръ ладьѣ, кораблю и проч. Сіе сопротивленіе зависитъ 1е. отъ густоты жидкаго вещества, 2е. отъ количества его, которое должно вытѣснять въ данное время, 3е. отъ скорости движущагося тѣла, 4е. отъ его фигуры, 5е. отъ широты и глубины канала.

89. 1е. Зависитъ сіе сопротивленіе отъ густоты жидкаго вещества. Чѣмъ болѣе густота, тѣмъ болѣе сопротивленіе. Морская вода, будучи гуще рѣчной, болѣе сопротивляется.

90.

90. 2е. Зависитъ оно отъ количества жидкаго вещества, которое должно быть вытѣснено въ данное время. Сіе количество вытѣсненное зависитъ отъ передней поверхности движимаго тѣла и пространства имъ пройденнаго (76). Ежели ударъ жидкаго вещества на переднюю поверхность движущагося тѣла есть перпендикулярный къ его направленію, то сопротивленіе бываетъ ощутительнымъ образомъ пропорціонально къ пространству поверхностей. Оно возрастаетъ нѣсколько еще въ большемъ содержаніи, нежели сколько пространство поверхности увеличивается въ ширину въ тѣлахъ плывущихъ, то есть, что ежели удвоить ширину судна, то сопротивленіе произойдетъ нѣсколько болѣе, нежели въ двое; ибо чѣмъ поверхность сія ширѣ, тѣмъ труднѣе жидкому веществу обтекать въ стороны и уравниваться; что доказывается тѣмъ, что вода гораздо болѣе въ семъ случаѣ закручивается. Но сопротивленіе сіе нѣсколько менѣе увеличивается, нежели сколько распространяется поверхность въ глубину, то есть, что ежели удвоить глубину судна, не увеличивая широты, то сопротивленіе произойдетъ нѣсколько менѣе, нежели въ двое; потому

что тогда закручиваніе воды бываетъ на поверхности менѣе. Въ практикѣ вообще можно предполагать, не опасаясь чувствительной ошибки, что *сопротивленіе перпендикулярное и прямое плоской поверхности, движущейся паралельно къ самой себѣ въ жидкомъ веществѣ не опредѣленномъ, равно вѣсу столба сей жидкой матеріи, имѣющаго основаніемъ ударяемую поверхность, а высотою ту, которая принадлежитъ скорости, съ какою дѣлается удареніе.*

Но когда двѣ плоскости разныя движутся паралельно къ самимъ себѣ, въ одинакой жидкой матеріи съ разными скоростями, то *сопротивленія будутъ содержаться между собою, какъ произведенія сихъ плоскостей, умноженныхъ на квадраты ихъ скоростей.*

Ежели жидкія вещества, въ которыхъ обѣ сіи плоскости движутся, не одинакаго роду, то содержаніе густотъ ихъ должно входить въ вычисленіе. Тогда *сопротивленія будутъ въ сложномъ содержаніи плоскостей, густотъ веществъ жидкихъ и квадратовъ скоростей, съ коими сіи плоскости движутся.* Не надлежитъ упускать сего въ исчисленіи, когда требуется, срав-

сравнить сопротивленіе одной жидкой матеріи съ сопротивленіемъ другой, имѣющей иную густоту. На примѣръ, ежели положить, что плоскости имѣютъ одинакую величину и движутся съ одинакою скоростію, то сопротивленіе воды къ сопротивленію воздуха будетъ содержаться почти какъ 810 $\frac{1}{2}$ къ 1, то есть въ содержаніи густоты обоихъ сихъ жидкихъ веществъ.

Ежели оба жидкія вещества сами движутся въ одну или въ противную сторону съ движеніемъ плоскостей, то *сопротивленія ихъ будутъ между собою содержаться, какъ произведенія плоскостей, умноженныхъ на квадраты разностей или суммъ скоростей, какъ жидкихъ веществъ, такъ и плоскостей.*

91. Въ косвенномъ удареніи правило поставлено, что *сопротивленія суть въ содержаніи квадрата синуса угла, подъ которымъ падаетъ жидкое вещество на плоскость.* Но сія теорія весьма отдаляется отъ практики, когда углы малы; и опытъ показываетъ, что сопротивленіе гораздо болѣе бываетъ, нежели какое теорія представляетъ. И такъ сія теорія не можетъ точно опредѣлить сопротивленій, происходящихъ отъ косвенныхъ ударенiй, даже

когда бы ввести вмѣсто квадрата всякую иную степень синуса угла паденія. Общая Функція времени, пространства, поверхности и синуса угла паденія, которая бы способна была представлять сопротивленія во всѣхъ случаяхъ, есть предметъ изслѣдованія весьма труднаго и весьма достойный вниманія Геометровъ. Сія теорія не болѣе можетъ быть употребляема и къ тому, чтобы найти твердое тѣло самаго меньшаго сопротивленія; что однако же великую бы выгоду доставило въ строеніи кораблей и пособствовало бы дѣлать оныя, сколько возможно, болѣе ходкими.

Ежели надобно сравнить сопротивленіе удара перпендикулярнаго съ сопротивленіемъ удара косвеннаго въ той же матеріи жидкой, положимъ, что вещество жидкое X ударяетъ перпендикулярно въ плоскость A, находящуюся въ покоѣ, и что вещество Y ударяетъ косвенно въ плоскость B, также въ покоѣ находящуюся; то найдемъ, что сопротивленіе противу плоскости A къ сопротивленію противу плоскости B, будетъ содержаться, какъ произведеніе плоскости A, умноженной на квадратъ скорости вещества жидкаго X, и на квадратъ синуса цѣлаго, содержится къ произведенію плоскости B, умноженной на

на квадратъ скорости вещества жидкаго Y и на квадратъ синуса угла паденія жидкаго вещества на плоскость B.

92. Что принадлежитъ до вязкости воды и сцѣпленія частей ея, равно какъ и тренія отъ нея происходящаго; то сію ея силу должно почитать за безконечно малую въ отношеніи къ сопротивленію, происходящему отъ упорства (85). Сія вязкость и сіе треніе могутъ быть ощутительны въ чрезвычайномъ токмо случаѣ, когда корабль будетъ имѣть непомѣрную длину въ отношеніи къ ширинѣ.

93. 3е. Сопротивленіе жидкихъ веществъ зависитъ отъ скорости движущагося тѣла. Сіе сопротивленіе почти бываетъ въ содержаніи квадрата скоростей (83). Въ строгомъ смыслѣ, оно увеличивается болѣе квадрата скорости, потому что жидкое вещество не довольно скоро бѣжитъ передъ движущимся тѣломъ; что доказываетъ закручиваніе его. Но разность здѣсь не велика.

94. 4е. Фигура корабля много прибавляетъ сопротивленія водѣ, по которой онъ плыветъ. Сильнѣйшее сопротивленіе происходитъ отъ удара прямаго и перпендикулярнаго (90). Косвенный ударъ умен-

 ша-

шаетъ оное (91), и тѣмъ болѣе, чѣмъ острѣе уголъ корабельнаго носа; ибо чѣмъ острѣе сей уголъ, тѣмъ менѣе синусъ угла устремленія воды. Но угла сего остроть не выгодна; она даетъ великую длину кораблю и малую внутри вмѣстимость.

95. 5е. Сопротивленіе жидкаго вещества зависитъ отъ ширины и глубины канала. Чѣмъ уже и мѣлче каналы, тѣмъ болѣе сопротивленіе; потому что жидкое вещество, гнѣтомое судномъ, тѣмъ съ меньшею свободностію переходитъ съ переди на задъ. Разность отъ сего можетъ быть весьма великая; сопротивленіе можетъ едѣлаться въ двое или въ трое болѣе. И такъ весьма нужно судоходнымъ каналамъ давать большую ширину и глубину, сколько возможно, не дѣлая однако излишнихъ издержекъ.

Также должно избѣгать строить подземные каналы, ежели мѣстоположеніе не дѣлаетъ сего необходимымъ; ибо, чтобъ дать имъ надлежащіе размѣры, надобно великія суммы денегъ издержать, какъ на вытаскиваніе изъ нихъ земли, такъ и на дѣланіе сводовъ, которые почти всегда въ такомъ случаѣ необходимы.

Сопро-

Сопротивленіе отъ тренія.

96. *Треніемъ* называется прохожденіе поверхности одного тѣла по поверхности другаго. И такъ когда двѣ поверхности скользятъ одна по другой, бываетъ между ними треніе, отъ котораго происходитъ сопротивленіе; ибо поверхности сколь ни выглаженными намъ кажутся, никогда не бываютъ совершенно гладкими: они всегда имѣютъ на себѣ множество маленкихъ возвышеній и впадинъ. Я не исключаю даже полированной поверхности алмаза; ибо она полируется нѣкоторыми порошками, оставляющими на ней бороздинки, которыя правда такъ малы, что наши глаза не усматриваютъ ихъ; однако тѣмъ не менѣе они существуютъ. И такъ когда двѣ поверхности другъ друга касаются, то возвышенія одной входятъ во впадины другой, и для скользенія одной по другой, надобно или сорвать сцѣпившіяся части, или приподнять одно тѣло, чтобы вынуть возвышенія изъ впадинъ; слѣдственно преодолѣть тяжесть тѣла. Къ сему потребна дѣйствительная сила; то, что сей силѣ противится, называется *треніемъ*.

И такъ треніе есть дѣйствительное сопротивленіе движенію тѣлъ.

97. Поверхность тѣла можетъ проходить по поверхности другаго тѣла двоякимъ образомъ, или просто скользя, или катясь. Въ первомъ случаѣ, однѣ и тѣже части одной поверхности прикладываются послѣдственно образомъ къ разнымъ частямъ другой поверхности, какъ на примѣръ, когда двигать доску по столу. Во второмъ случаѣ, бываетъ послѣдовательное приложеніе разныхъ частей одной поверхности къ разнымъ частямъ другой, какъ на примѣръ, когда катить по землѣ шаръ, или колесо. Отъ сего раздѣляется треніе на два рода. Когда тѣла скользятъ одно по другому, треніе ихъ называется треніемъ перваго роду: когда же одно катится по другому, то треніе ихъ называется втораго роду. Оба сіи тренія дѣлаютъ сопротивленіе и задерживаютъ движеніе тѣлъ; но сопротивленіе тренія втораго роду менѣе перваго; ибо къ преодолѣнію тренія перваго рода надобно или поднимать тѣло скользящее, или сломить части зацѣпившіяся: въ треніи же втораго роду зацѣпившіяся части тѣла катящагося отстаютъ другъ отъ друга почти также,

какъ

какъ зубцы двухъ колесъ, которыя вертятся касаяся одно другаго. Для сего при крутомъ спускѣ у коляски подвязываются колеса, чтобы уменьшить ея скорость. Такимъ образомъ перемѣняется треніе втораго роду въ треніе перваго роду, которое противится болѣе.

98. Въ измѣреніи сопротивленія треній еще болѣе трудностей, нежели въ измѣреніи сопротивленія жидкихъ тѣлъ. Прохожденіе одной поверхности по другой тѣмъ болѣе дѣлаетъ сопротивленія и тѣмъ бываетъ медленнѣе, чѣмъ болѣе на поверхностяхъ неравностей; но сіе большее или меншее количество и величина неравностей до безконечности бываютъ различны и узнать ихъ весьма трудно. Прочія качества, то есть, величину поверхностей, въ треніи находящихся, силу, которая пригнѣтаетъ одну поверхность къ другой, скорость, съ которою они движутся, гораздо удобнѣе вычислить; но какъ они зависятъ отъ настоящаго состоянія поверхностей, въ треніи находящихся, и какъ сіе состояніе мало извѣстно; то остается всегда нѣчто неопредѣленное. И такъ часто должно довольствоваться, назначая мѣру около чего нибудь. На дѣлѣ самомъ обыкновенно почти

чти полагаютъ, въ большихъ машинахъ, третью часть силы на преодолѣніе сопротивленія треній; но иногда и сей трети не довольно.

99. Г. *Амонтонъ* (Mem. de l'Acad. des Scien. année 1699. p. 206.) думаетъ, что въ измѣреніи треній не надобно принимать въ разсужденіе величину поверхностей, въ треніи находящихся, но единственно силу притнѣтающую сіи поверхности другъ къ другу, которая сила иногда есть не иное что, какъ тяжесть тѣлъ, которыя должно приподнимать, чтобы сдѣлать ихъ скользящими; и что слѣдовательно, когда на примѣръ, брусокъ деревянной съ одной стороны толще, нежели съ другой, то все равно тащить сей брусокъ на большой, или на меньшей его поверхности; что въ обоихъ случаяхъ сопротивленіе треній есть равное, потому что тяжесть его остается все таже и раздѣлена по всѣмъ частямъ поверхности, которою онъ трется; ежели сія поверхность есть самая большая, то правда, что болѣе будетъ въ ней частей зацѣпившихся; но не столь крѣпко, какъ когда бы ихъ и менѣе было, но на коихъ было бы больше тяжести. Г. Амонтонъ доказывалъ и утверждалъ свое мнѣніе опытами остро-

умно

умно изобрѣтенными и умствованіями казистыми. При всемъ томъ опытъ доказываетъ, что есть случаи, въ которыхъ должно во что нибудь считать и величину поверхностей, хотя увеличиваніе поверхностей, гораздо менѣе увеличиваетъ сопротивленіе треній, нежели сколько увеличиваніе гнѣтенія. Въ самомъ дѣлѣ, первая причина треній есть не гладкость поверхностей (96): отъ увеличенія поверхностей возрастаетъ и число неравностей; потому что когда увеличивается причина, то и дѣйствіе должно увеличиться.

100. Сверхъ гнѣтенія и величины поверхностей, должна входить и скорость въ измѣреніе треній: ибо когда прибавляется скорость, то явственно, что, поелику поверхность, въ треніи находящаяся, болѣе пройдетъ пространства въ опредѣленное время, неравности поверхностей, въ сіе время будутъ или согнуты, или сломаны, или отцѣпляемы другъ отъ друга въ большемъ количествѣ, и слѣдовательно тѣло приподнимаемо будетъ чаще, отъ чего умножится сопротивленіе. Правда однако, что сіе увеличеніе сопротивленія, происходящее отъ скорости,

съ которою поверхности трутся, имѣетъ свои предѣлы, за которыми можно прибавить скорости, и треніе отъ того не увеличится; и можно нѣкоторымъ образомъ сказать, что причина увеличиваяся, не увеличиваетъ своего дѣйствія, что требуетъ объясненія. Для сего положимъ, что DE и FG (фигур 6.) двѣ поверхности жесткихъ тѣлъ, коихъ неравности почти не чувствительныя (хотя здѣсь представлены въ большомъ видѣ), другъ за друга зацѣпились; что давленіе, соединившее ихъ, дѣйствуетъ по направленію A B перпендикулярному къ тому, въ которомъ тѣла скользятъ другъ по другу. Явствуетъ, что тѣло DE не можетъ двигаться въ направленіи BC иначе, какъ когда выставившіяся на его поверхности части *e*, *f*, *g*, *h*, вынуты будутъ изъ впадинъ, въ которыя они углублены; сіе же не можетъ быть безъ того, чтобы тѣло DE не было приподнято въ верхъ противу силы гнѣтущей. Ежели сіе гнѣтеніе опять углубляетъ сіи выдавшіяся части въ слѣдующія впадины, такъ что *e*, вышедъ изъ 1, упадаетъ паки въ 2, потомъ въ 3, и проч. то явствуетъ, что усиліе, дѣлаемое для приподнятія тѣла DE повторится столько разъ, сколь-

сколько есть возвышений и впадинъ; и чѣмъ болѣе пути совершитъ тѣло DE въ данное время, тѣмъ чаще будутъ сіи приподнятія и сіи паденія. Но ежели скорость столько велика, что возвышенія, единожды отцѣпленныя, переходятъ многія впадины не падая въ оныя; что на примѣръ часть e вынута бывъ изъ впадины 1, вмѣсто того, чтобы упасть въ 2, переносится до 3 или 4, то легко понять, что тѣло DE можетъ 2 или 3 раза перебѣжать столько же поверхностей на FG безъ того, чтобы возвышенія его чаще зацѣплялись, въ которомъ случаѣ сопротивленіе тренія не будетъ увеличено, хотя скорость и увеличится.

Мы сказали (98), что весьма трудно въ точности вымѣрять сопротивленіе треній. И такъ посмотримъ покрайней мѣрѣ, что достовѣрнаго опытъ доказываетъ относительно къ сему сопротивленію.

101. 1е. *Отъ тренія перваго роду гораздо большее происходитъ сопротивленіе, нежели отъ тренія втораго роду* (97). Для удостовѣренія въ семъ сдѣлай слѣдующій опытъ.

ОПЫТЪ. Положи на столъ кусокъ мрамору полированнаго или неполированнаго, вѣсомъ въ 50 или 60 фунтовъ; попытай двинуть его рукою; почувствуешь весьма великое сопротивленіе. Сіе будетъ треніе перваго роду (97). Положи послѣ между кускомъ мармора и стола два цилиндра или катка деревянные; они перемѣнятъ треніе перваго роду въ треніе втораго роду (97): и тогда съ небольшимъ усиліемъ можешь подвинуть кусокъ мрамора. Слѣдовательно и проч. Такимъ образомъ можно перевозить по землѣ великіе камни, которые безъ сего весьма бы трудно было двигнуть.

Всякое треніе стремится уничтожить движеніе тѣлъ; но перваго роду треніе оказываетъ гораздо большія дѣйствія, нежели втораго роду. Сіи дѣйствія тренія вездѣ находимъ; они суть главная причина порчи и обветшанія нашего платья, комнатныхъ уборовъ и проч. Подковы лошадиныя истираются о мостовыя, равно какъ и шины на колесахъ. Отъ сего наипаче происходитъ то великое количество желѣза, которое смѣшивается съ грязью и дѣлаетъ ее черною въ большихъ городахъ, въ которыхъ много повозокъ и лошадей.

102. Ежели тренія часто бываютъ намъ вредны, то также иногда бываютъ намъ и полезны: художества знаютъ обращать ихъ въ свою пользу. Терпугъ дѣйствуетъ чрезъ треніе, умноженное гнѣтеніемъ. Онъ имѣетъ поверхность, наполненную неравностями, которыя входятъ между частями вещества обдѣлываемаго и оныя отрываютъ. Тоже можно сказать о жерновахъ и камняхъ точильныхъ.

103. Когда сопротивленіе треній весьма велико, то уменьшаютъ оное много, намазавъ въ треніи находящіяся поверхности какою нибудь жирною матеріею; какъ на примѣръ, кладутъ мазь между оси и ступицы колеса. Сіе производитъ два дѣйствія, пособствующія къ уменьшенію сопротивленія тренія. 1е. Сія жирная матерія наполняетъ частію впадины и тѣмъ уменшаетъ неравности поверхностей. 2е. Излишекъ, оставшійся отъ сей матеріи жирной, которой не помѣстился во впадинахъ, служитъ вмѣсто катковъ, о которыхъ мы выше упомянули (101) и перемѣняетъ треніе перваго рода въ треніе втораго рода.

104. 2е. *Сопротивленіе треній увеличивается чрезъ увеличеніе поверхностей.*

ОПЫТЪ. Положи на большой столъ брусокъ дерева, которой бы имѣлъ болѣе ширины, нежели толстоты; на примѣръ 6 дюймовъ ширины и 3 дюйма толстоты. За кольцо, прикрѣпленное къ одному концу его привяжи веревочку и пропусти ее чрезъ блокъ, придѣланной къ краю стола; на концѣ веревки привяжи чашку вѣсовую. Положи въ сію чашку столько вѣсу, сколько надобно, чтобы подвинуть брусокъ 1е. на его большой поверхности, 2е. на малой. Увидишь, что въ первомъ случаѣ надобно болѣе вѣсу, нежели во второмъ. Слѣдовательно и проч.

Неравности на поверхностяхъ суть первая причина треній (96); отъ увеличенія поверхностей, въ треніи находящихся возрастаетъ число сихъ неравностей. Слѣдовательно когда увеличивается причина; то и дѣйствіе ея должно увеличиться. Но сіе дѣйствіе не увеличивается по мѣрѣ величины поверхности; удвоенная поверхность не производитъ двойнаго сопротивленія. Случается иногда, что увеличеніе сего дѣйствія не чувствительно, какъ то бываетъ въ нѣкоторыхъ маленькихъ машинахъ, хорошо отдѣланныхъ; но сего же не бываетъ

въ

вЪ большихЪ машинахЪ, коихЪ части бываютЪ не рѣдко грубо обдѣланы.

105. Увеличенie сопротивленiя по мѣрѣ поверхностей, кои трутся, бываетЪ также и вЪ жидкихЪ веществахЪ: скорость ихЪ тѣмЪ болѣе уменшается, чѣмЪ обширнѣе ихЪ поверхности, находящiяся вЪ тренiи. ОпытЪ показываетЪ, что фонтаны (которые бьютЪ вверхЪ по силѣ той скорости, которую вода получила упадая вЪ низЪ) тѣмЪ менѣе вЪ верхЪ поднимаются, чѣмЪ менѣе бываютЪ трубки; поелику тогда поверхность по пропорцiи бываетЪ болѣе; ибо поверхность большой трубки хотя сама по себѣ и болѣе, нежели меньшой, но относительно кЪ ея емкости гораздо менѣе. ПоложимЪ, что одна трубка имѣетЪ 2 дюйма вЪ поперешникѣ, а другая только 1 дюймЪ: доказано, что поверхность большой трубки только вЪ двое болѣе меньшей; а емкость ея вЪ четверо болѣе: и такЪ для вмѣщенiя всей воды, которую держитЪ вЪ себѣ большая трубка, маленькихЪ надобно четыре; поверхности же всѣхЪ сихЪ четырехЪ трубокЪ, вмѣстѣ взятыхЪ, будутЪ вЪ двое болѣе поверхности трубки большой. И такЪ чѣмЪ тонѣе трубки, тѣмЪ болѣе бываютЪ трущiя поверхности относительно кЪ ко-

личеству воды чрезъ нихъ проходящей. Для сей причины рѣки текутъ медленнѣе при убылой водѣ; поверхности трущіяся бываютъ тогда больше относительно къ количеству воды. Ибо положимъ, что въ AEFB (фиг. 7.) перерѣзъ жолоба рѣки вода стоитъ вышиною только до CD; поверхности тренія суть EF и два бока CE и DF: удвоимъ теперь количество воды положивъ, что она стоитъ вышиною до AB; поверхности тренія прибавятся только съ двухъ сторонъ AC и BD: боковыя поверхности тренія удвоятся, а дно остается не увеличеннымъ.

106. 3е. *Сопротивленіе треній увеличивается отъ увеличенія гнѣтенія.*

ОПЫТЪ. Употреби къ сему брусокъ предыдущаго опыта (104). Узнавъ какой вѣсъ нуженъ, чтобы двинуть оной брусокъ, которой пусть будетъ скользить поверхностію 6 дюймовъ, наложи на него вѣсу столько, сколько онъ вѣситъ; чрезъ сіе удвоишь гнѣтеніе его на столъ. Чтобы двигнуть его въ семъ случаѣ съ мѣста, надобно положить въ чашку вѣсу больше прежняго; слѣдовательно и проч. Причина сему та, что части его зацѣпляются тѣмъ глубже, чѣмъ давленіе дѣлается болѣе: а по-

по сему тѣмъ болѣе они и противятся силѣ стремящейся ихъ отцѣпить.

107. 4е. *Сопротивленіе треній гораздо болѣе увеличивается отъ увеличенія гнѣтенія, нежели отъ увеличенія поверхностей скользящихъ, когда все прочее положить въ равной пропорціи*; то есть, сопротивленіе сіе гораздо болѣе увеличивается, когда въ двое, или въ трое болѣе будетъ гнѣтеніе, нежели когда въ двое, или въ трое болѣе будутъ поверхности скользящія.

Сіе доказано въ предыдущемъ. Мы видѣли (104), что поверхность, въ двое увеличенная, дѣлаетъ сопротивленіе не много болѣе того, какое дѣлаетъ поверхность простая; видѣли также (106), что двойное гнѣтеніе производитъ сопротивленіе гораздо большее. Слѣдовательно и проч.

108. Вотъ все, чему опытъ научаетъ насъ, относительно къ сопротивленію треній. Весьма трудно, какъ мы уже сказали (98), можетъ быть даже и невозможно, въ точности опредѣлить мѣру онаго, потому что мѣра сія всегда зависитъ отъ дѣйствительнаго состоянія поверхностей, въ треніи находящихся, котораго никогда хорошо не знаемъ: однако довольно будетъ близко къ истинѣ вы-

мѣрять сопротивленіе тренія перваго рода $\frac{1}{3}$ю гнѣтенія.

109. Ежели нужно будетъ узнать въ точности мѣру тренія двухъ тѣлъ опредѣленныхъ, то можно сыскать оную слѣдующимъ образомъ. Мы покажемъ въ послѣдствіи (543), что сила, нужная къ сдержанію тѣла на наклоненной плоскости, которая совершенно выполирована, и которая не причиняетъ никакого тренія; что сія сила, говорю, къ вѣсу сего тѣла содержится, какъ вышина плоскости къ ея длинѣ. Одно изъ двухъ тѣлъ, въ которыхъ хочешь узнать мѣру ихъ тренія поставь въ положеніе наклоненной плоскости; положи на него другое и дай сей плоскости такое наклоненіе, чтобы треніе плоскости и тяжесть лежащаго на ней тѣла были въ точномъ равновѣсіи. Тогда сопротивленіе тренія обоихъ сихъ тѣлъ будетъ къ вѣсу тѣла на плоскости находящагося, какъ вышина плоскости къ ея длинѣ. На примѣръ ежели плоскость имѣетъ 10 футовъ длины и 4 высоты; то сопротивленіе тренія будетъ равно четыремъ десятымъ вѣсу тѣла.

110. Изъ всего сказаннаго нами о сопротивленіи жидкихъ веществъ и тренія

слѣ-

слѣдуетъ заключить, что въ естественномъ состояніи вещей, не можно быть никакому механическому движенію неизмѣняемому; понеже оба сіи сопротивленія неизбѣжныя, требуютъ, что бы тѣла каждое мгновеніе къ преодолѣнію оныхъ употребляли часть своего движенія. Сколь бы ни великое количество движенія дано было тѣламъ, но какъ оное для упомянутыхъ причинъ непрестанно будетъ уменьшаться, то наконецъ дойдетъ до того, что со всѣмъ истощится. И такъ симъ доказана невозможность механическаго непрестаннаго движенія; и упрямые искатели онаго, дѣлающіе для достиженія своей цѣли великія издержки, теряютъ свое время, свои труды и свое имѣніе и доказываютъ свое неразуміе.

II. *Законъ простаго движенія.*

111. *Перемѣны случающіяся въ движеніи тѣла суть всегда соразмѣрны причинѣ производящей оныя.*

Всякая сила, когда дѣйствуетъ, не производитъ болѣе, какъ то, что способна она произвести, и производитъ всегда все, что она способна произвести, развѣ какая иная сила ей въ томъ препятствуетъ. И

 такъ

такѣ дѣйствіе всегда соразмѣрно своей причинѣ. Сіе весьма внятно и ясно, и не требуетѣ пространнѣйшаго обѣясненія.

III. *Законѣ простаго движенія.*

112. *Противудѣйствіе есть всегда равно дѣйствію, или гнѣтенію.*

Когда тѣло, находящееся вѣ движеніи или стремящееся кѣ движенію, дѣйствуетѣ на другое тѣло, и гнѣтетѣ оное; то сіе послѣднее взаимно дѣлаетѣ равное гнѣтеніе на первое. На примѣрѣ, когда я гнѣту рукою порожнюю чашку на вѣсахѣ и тѣмѣ поднимаю 10 фунтовѣ свинцу, которыя предполагаю, что находятся на другой чашкѣ; то моя рука столько бываетѣ сгнѣтена, какѣ бы принялѣ я на нее держать 10 фунтовѣ свинцу. И такѣ противудѣйствіе сихѣ 10 фунтовѣ свинцу на мою руку есть равно дѣйствію моей руки.

Но скажутѣ, что естьли бы противудѣйствіе всегда было равно дѣйствію, то никогда бы не могло одно тѣло двигать другое: оба сіи дѣйствія равныя и противуположныя взаимно бы другѣ друга уничтожали; и отѣ сего бы произошло между ними равновѣсіе. Ибо какѣ можетѣ одно тѣло двигнуть другое, ежели сіе второе от-

отражаетъ первое въ противную сторону съ силою равною той, какую первое употребляетъ, что бы двинуть оное? На сіе должно отвѣтствовать, что когда тѣло другимъ тѣломъ толкнуто и сдвинуто бываетъ съ мѣста, то сіе послѣднее употребляетъ только часть своей силы для преодолѣнія сопротивленія въ первомъ тѣлѣ, и что по преодолѣніи сего сопротивленія остается у него еще другая часть его силы, которую можетъ употребить на двигнутіе тѣла. Какъ въ вышеупомянутомъ примѣрѣ, поддерживая 10 фунтовъ, рука моя употребляетъ силу только 10 фунтовъ для поддержанія ихъ; а когда хочу оныя поднять, то употребляю силу оставшуюся у меня. И такъ хотя силы и не равныя, но дѣйствіе и противудѣйствіе всегда равны. Причина сего равенства дѣйствія и противудѣйствія во всѣхъ случаяхъ есть та, что тѣло не можетъ употребить какую нибудь степень силы къ преодолѣнію сопротивленія другаго тѣла, не потерявъ само количества силы равнаго тому, которое имъ употреблено.

ГЛАВА III.

О причинахъ, перемѣняющихъ направленіе движенія.

113. Предложивъ о причинахъ, никакъ неизбѣжныхъ въ натурѣ, которыя въ каждое мгновеніе уменьшаютъ скорость тѣлъ, находящихся въ движеніи, разсмотримъ тѣ, которыя перемѣняютъ направленіе движенія тѣлъ.

Тѣло движущееся перемѣняетъ свое направленіе, когда принуждено къ сему бываетъ какимъ нибудь препятствіемъ; ибо по первому закону (74) стремится оно пребывать въ своемъ состояніи. Три рода есть препятствій, которыя могутъ причинить перемѣну въ направленіи движенія тѣлъ. 1е. Препятствіе, въ которое движущееся тѣло можетъ проникнуть, какъ то въ жидкую матерію, въ которой можетъ себѣ открыть путь. 2е. Препятствіе непроницаемое и твердое, какъ то матерія плотная, которая противустоитъ движущемуся тѣлу всею своею массою, по причинѣ связи частей ея и ея соединенія съ землею, на которой она утверждена. 3е. Препятствіе хотя и непроницаемое для движущагося

жущагося тѣла, но которое можетъ ударомъ быть сдвинуто съ мѣста своего.

Перемѣна направленія, причиненная жидкою матеріею, или преломленіе.

114. Сія перемѣна направленія, называемая *преломленіемъ*, есть отъ своего пути уклоненіе тѣла, переходящаго по косвенной линѣи изъ одной жидкой матеріи въ другую, больше или меньше сопротивляющуюся, такъ что новое направленіе его дѣлаетъ съ первымъ уголъ въ точкѣ прикосновенія обѣихъ жидкихъ матерій и кажется быть преломленнымъ; отъ чего и взято названіе *преломленія*. Разсмотримъ, какія суть главнѣйшія обстоятельства потребныя къ тому, что бы тѣло движущееся могло быть подвержено сему уклоненію, и какая есть причина преломленія движеній тѣлъ.

115. Когда движущееся тѣло переходитъ изъ одного жидкаго вещества въ другое, на примѣръ, изъ воздуха въ воду, или изъ воды въ воздухъ, то, поелику сіи вещества не съ равною удобностію можетъ оно проникать, для разной ихъ густоты, или для другой причины; то одна большее или меньшее будетъ дѣлать сопротивленіе, нежели другая. Сіе большее или меншее сопро-

противленіе новой жидкой матеріи (которую назовемъ *преломляющею*) непремѣнно принудитъ тѣло отступить отъ перваго своего направленія, ежели только входитъ оно косвенно; и сіе-то называется *преломленіемъ*. Положимъ, что большой бассейнъ, коего разрѣзъ представленъ въ A B D C (фиг. 8.), наполненъ водою. Къ поверхности воды A C можно двоякимъ только образомъ направить тѣло, или по перпендикулярной линѣи къ плоскости, раздѣляющей воду и воздухъ, какъ P F, или по какой нибудь линѣи взятой между PF и CF болѣе или менѣе, наклоненной къ сей плоскости; ибо ежели тѣло будетъ слѣдовать по линѣѣ C F, или по всякой другой линѣѣ паралельной къ оной, то явственно, что оно не вступитъ никогда въ воду и слѣдовательно не перемѣнится сопротивляющаяся матерія. Ежели шаровидное тѣло E дойдетъ до поверхности воды по перпендикулу PF, то опытъ показываетъ, что оно будетъ продолжать двигаться по *Fp.* и слѣдовательно не подвергнется никакому преломленію. Но ежели оно идетъ по косвенной линѣи, какъ *e* F, то какъ скоро оно дойдетъ до F, вода, коея оно начнетъ касаться, учинится для него преломляющею матеріею, и опытъ пока-

казываетъ, что вмѣсто того, чтобы продолжать свой путь по прямой линѣѣ отъ F къ G, получитъ новое направленіе, которое съ первымъ сдѣлаетъ уголъ въ точкѣ F и подниметъ его выше точки G, какъ то изъ F въ H, удаляя его отъ перпендикула *Fp*. И такъ сего тѣла движеніе въ семъ случаѣ подвергается преломленію, которое удаляетъ его отъ перпендикула плоскости, раздѣляющей двѣ жидкія матеріи.

116. Преломленіе послѣдуетъ въ противномъ направленіи, когда тѣло движущееся переходитъ изъ воды въ воздухъ, или вообще изъ жидкой матеріи, густой въ рѣдкую, болѣе сопротивляющейся въ менѣе сопротивляющуюся. Ежели оно, на примѣръ, описало въ водѣ линѣю H F, то въ воздухѣ не будетъ продолжать движенія своего по прямой линѣѣ F K; преломленіе, которому оно подвергнется въ точкѣ F, принудитъ его взять новое направленіе, и устремитъ его къ точкѣ вышшей, нежели точка K, какъ на примѣръ въ *e*; по чему оно приближится къ перпендикулу P F.

117. Сіе преломленіе зависитъ отъ двухъ обстоятельствъ необходимо нужныхъ, безъ которыхъ оно быть не можетъ. Первое есть прехожденіе движущагося тѣла

изъ

изъ одной жидкой матеріи въ другую, болѣе или менѣе сопротивляющуюся; второе есть косвенность паденія движущагося тѣла. Ежели тѣло переходитъ косвенно изъ одной жидкой матеріи менѣе сопротивляющейся въ болѣе сопротивляющуюся, то переломляется его движеніе удаляяся отъ воображаемаго перпендикула къ плоскости, раздѣляющей обѣ жидкія матеріи, дѣлая уголъ преломленія болѣе угла паденія своего. Но ежели тѣло переходитъ косвенно изъ матеріи болѣе сопротивляющейся въ менѣе сопротивляющуюся, то направленіе его преломляется приближаясь къ воображаемому перпендикулу къ плоскости, раздѣляющей обѣ матеріи; однимъ словомъ, дѣлая уголъ преломленія меньше угла паденія.

Вотъ что намъ опытъ показываетъ, изслѣдуемъ причины:

118. Мы сказали (115), что хотя жидкія вещества и перемѣнены будутъ, но ежели нѣтъ косвенности паденія, ежели тѣло движущееся E по перпендикулярной линѣи PF доходитъ до поверхности A C, матеріи преломляющей, то не бываетъ преломленія. Причина сему есть слѣдующая. Положимъ, что тѣло M (фиг. 9) изъ точки *m* доходитъ по перпендикуляр-

ной

Таб. I.

Фиг. 1. A D B C

Фиг. 2. C E F B 1 2 3 4 A

Фиг. 3 A B

m p

Фиг. 6. A B C D E Г G

Фиг. 8. P E K A C H G D

Фиг 7 A B C D E Г

Фиг. 4. A a B

Фиг. 9. N M n T t p

Фиг. 5. A E B C D S R T

но
по
пр
во
их
ш
ду
щ
ну
м
со
го
е
це
нѣ
да
во
не
сп
кл
пе
р
о
к
д
н
к
п

ной линѣѣ Pp къ поверхности Nn воды, наполняющей весь сосудъ NTtn. Тѣло сіе прежде находится въ воздухѣ, потомъ въ водѣ, и встрѣчаетъ сопротивленіе отъ обоихъ жидкихъ веществъ на свой нижній полушаръ NOn. Пока онъ находится въ воздухѣ (которой предполагаемъ мы находящимся въ покоѣ и имѣющимъ единообразную густоту), то сопротивленія, получаемыя имъ съ одной стороны, замѣняются сопротивленіями получаемыми имъ съ другой стороны; скорость его равно во всѣхъ его точкахъ умаляема бываетъ: и такъ центру его не должно отклоняться отъ линѣи Mm. Тоже должно сказать, разсуждая о тѣлѣ, совершенно погруженномъ въ водѣ, коея сопротивленіе бываетъ болѣе нежели воздуха; она болѣе задерживаетъ стремленіе движущагося тѣла; но не отклоняетъ его отъ перваго его направленія, понеже дѣйствуетъ на него со всѣхъ сторонъ равно. Также должно разсуждать и о переходѣ его изъ воздуха въ воду: ибо когда оно начинаетъ погружаться, то вода противится ему въ прямомъ направленіи въ O, проходящемъ чрезъ центръ M: когда тѣло погрузилось до Ss, то сопротивленія, получаемыя имъ отъ S до O замѣ-

мѣняемы бываютъ сопротивленіями, получаемыми имъ отъ O до *s*: также когда оно погружается болѣе, то SR, RN и соотвѣтственныя симъ *sr*, *rn* участвуютъ послѣдовательнымъ и равнымъ образомъ въ дѣлаемомъ ему сопротивленіи отъ воды. И такъ сіи сопротивленія и съ той и съ другой стороны дѣлаютъ взаимное равновѣсіе; и симъ равновѣсіемъ содержится всегда центръ M въ линѣѣ P*p*. Симъ доказывается, что косвенность паденія тѣла есть обстоятельство, необходимо нужное для преломленія; ибо безъ оной тѣло продолжаетъ свое движеніе въ первомъ своемъ направленіи, хотя и переходитъ изъ одной жидкой матеріи въ другую, больше или меньше сопротивляющуюся.

119. Но направленіе движущагося тѣла перемѣняется, когда оно косвенно приражается къ плоскости, раздѣляющей объ жидкія матеріи (115). Положимъ, что тѣло M (фиг. 10) изъ точки *m* доходитъ до поверхности воды въ направленіи ST косвенномъ. Доколѣ оно находится все въ воздухѣ, какъ въ *m*, препятствія, противящіяся переднему полушару *nop*, равно со всѣхъ сторонъ дѣйствуютъ на оной, какъ то выше мы сказали (118). Симъ равнымъ дѣйствіемъ содержится

ся движущееся тѣло въ направленіи mO; но когда переходитъ оно изъ воздуха въ воду, то тотъ же полушаръ NOP во все время своего погруженія встрѣчаетъ препятствія, труднѣе преодолѣваемыя съ одной, нежели съ другой стороны; ибо точка R, коснувшись воды, находитъ болѣе сопротивленія, нежели соотвѣтственная ей Q, которая встрѣчаетъ еще воздухъ. А какъ тѣло движущееся всегда склоняется въ ту сторону, отъ которой находитъ меншее сопротивленіе; то, поелику равновѣсіе между препятствіями съ обѣихъ сторонъ пресѣклось, центръ M склоняется къ сторонѣ слабѣйшихъ препятствій и начинаетъ удаляться отъ перваго своего направленія ST. Какъ скорость тѣла болѣе и болѣе уменшается отъ погруженія его въ воду, и оно встрѣчаетъ постепенно большее сопротивленіе въ части ORP, нежели въ соотвѣтственной части OQN, пока передній его полушаръ NOP совсѣмъ погрузится, то центръ его M болѣе и болѣе отходитъ отъ перваго своего направленія, и нисходитъ по малой кривой линѣѣ MV, коея отъ крайней части V начинается новое направленіе VX, что и отдаляетъ его отъ воображаемаго перпендикула AB къ поверхности воды, и

учиняетЪ уголЪ преломленія больше угла паденія.

120. Ежели бы жидкая матерія Y, вЪ которой сперва движется тѣло, имѣла большее сопротивленіе, нежели матерія Z вЪ которую тѣло переходитЪ (116), то тѣло нашло бы менше сопротивленія вЪ части ORP, нежели вЪ части OQN; кривая линѣя MV обратилась бы вЪ противное положеніе; отЪ чего новое направленіе приближалось бы кЪ перпендикулу AB, и учинило бы уголЪ преломленія меньше угла паденія.

121. Преломленіе можетЪ быть большее или меньшее; разность между угломЪ паденія и угломЪ преломленія можетЪ быть больше или меньше по обстоятельствамЪ. Сіе зависитЪ 1 е. отЪ степени косвенности, вЪ которой тѣло доходитЪ до жидкаго вещества преломляющаго; 2е. отЪ степени густоты преломляющаго вещества; 3е. отЪ величины движущагося тѣла; 4е. отЪ скорости его.

122. 1 е. Мы видѣли (118), что преломленія не бываетЪ, когда направлено движущееся тѣло перпендикулярно кЪ поверхности жидкой матеріи преломляющей: начинается преломленіе сЪ косвенностію па-

де-

денія (119) и съ оною увеличивается и притомъ пропорціонально къ ней. Ибо 1е. чѣмъ болѣе косвенность, тѣмъ преломленіе примѣтнѣе. Ежели тѣло движущееся, вмѣсто того чтобы слѣдовать по линѣѣ ST до матеріи жидкой преломляющей, послѣдуетъ направленію *st*, которое косвеннѣе перваго, то преломленіе его будетъ болѣе; ибо въ семъ случаѣ часть ORP передняго полушара тогда уже погрузится вся въ воду, когда часть OQN будетъ еще вся въ воздухѣ. Слѣдовательно разность между сопротивленіями, дѣйствующими на части соотвѣтственныя, будетъ больше; слѣдовательно преломленіе увеличивается съ косвенностію паденія. 2е. Увеличивается преломленіе также пропорціонально къ сей косвенности; ибо, ежели предположить въ разныхъ случаяхъ тоже тѣло движущееся и тѣже вещества жидкія, какъ бы ни были разны степени косвенности, въ которыхъ тѣло движущееся доходитъ до преломляющей жидкой матеріи, во всѣхъ случаяхъ будетъ одинакое содержаніе между углами паденія и преломленія. На примѣръ, въ двухъ паденіяхъ разныхъ косвенностей AC и BF (фиг. 11.), ежели сравнимъ углы паденія ACP и BFD съ углами преломленія

aCp и *bFd*, которыя измѣряются линіями PA, DB, *ap*, *bd*, кои суть оныхъ синусы, увидимъ, что ежели PA къ *ap* какъ 2 къ 3, то и двѣ подобныя линѣи DB и *bd*, которыя представляютъ случай большаго преломленія, находятся въ такомъ же содержаніи между собою: и такъ преломленіе увеличивается пропорціонально къ косвенности паденія, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ.

123. Часто случается, что тѣло при весьма косвенномъ своемъ паденіи, вмѣсто того чтобы погрузиться въ преломляющую жидкую матерію, отражается, какъ бы упало на твердую плоскость. Сіе бываетъ съ ядромъ пушечнымъ, коимъ выстрѣлено весьма косвенно къ поверхности воды; въ семъ случаѣ вода довольно долгое время не даетъ ему проходу, чтобы понудить его продолжать свое движеніе по воздуху, и оно отражается отъ верху воды, какъ бы отъ верху твердой плоскости, и по тѣмъ же причинамъ (132). Сіе доказываетъ, что не безопасно находиться на пути отраженнаго движенія пули или ядра, коими выстрѣлено будетъ весьма косвенно къ поверхности воды.

124. 2е. Величина преломленія зависитъ еще отъ большей или меньшей густоты вещества жидкаго преломляющаго, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ. Положимъ, что тоже тѣло въ одинакой степени косвенности устремлено будетъ попеременно въ разныя жидкія матеріи разныхъ густотъ: густѣйшая причинитъ большее преломленіе. Ибо преломленіе происходитъ, какъ выше мы доказали (119), отъ разнаго сопротивленія матерій дѣйствующихъ на соотвѣтственныя части передней поверхности тѣла: разность сія бываетъ тѣмъ большая, чѣмъ гуще матерія преломляющая, когда другая остается таже: слѣдовательно и проч.

125. 3е. Величина преломленія зависитъ также отъ величины движущагося тѣла; ибо, какъ мы сказали (124), преломленіе происходитъ отъ разности сопротивленія двухъ жидкихъ матерій, дѣйствующихъ на соотвѣтствующія части передней поверхности тѣла. Сопротивленіе же преломляющей матеріи, на примѣръ, воды, тѣмъ болѣе бываетъ, чѣмъ большее число частей ея ударено; а тѣмъ большее оныхъ число ударено бываетъ, чѣмъ тѣло движущееся большую имѣетъ величину. На примѣръ тѣло шаровидное, дошедъ

 до

до поверхности воды, не одною точкою касается оной, но сегментомъ; а сей сегментъ тѣмъ въ большее число частей ударяетъ, чѣмъ большаго шара есть онъ часть, чѣмъ болѣе имѣетъ поверхности и меньше выпуклости, слѣдовательно и большее сопротивленіе встрѣчаетъ въ водѣ; отъ чего происходитъ большее и преломленіе. Поелику большее сопротивленіе жидкаго вещества преломляющаго бываетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ причиною, что тѣло получаетъ движеніе отраженное, а не преломленное; то Г. *Ноллетъ* примѣтилъ, что пуля, въ 6 линѣй въ поперешникѣ, входитъ въ воду, когда направленіе оной составляетъ съ поверхностію воды уголъ 6ти градусовъ; пуля же, которая больше сей, подъ тѣмъ же угломъ бываетъ отражена; а ядро отражается при углѣ еще болѣе отверстомъ; чѣмъ и доказывается, что сопротивленіе тѣмъ больше бываетъ, чѣмъ больше величина тѣла движущагося.

126. 4е. Должно также сказать, что и скорость, съ которою тѣло доходитъ до поверхности матеріи преломляющей, имѣетъ вліяніе на великость преломленія. Ибо сопротивленіе жидкихъ матерій возрастаетъ не какъ простая скорость, съ которою они

уда-

ударяемы бываютЪ, но почти какЪ квадратЪ сей скорости (83). И такЪ сопротивленіе матеріи преломляющей бываетЪ болѣе, когда оная ударяема бываетЪ сЪ большею скоростію; а симЪ увеличивается и преломленіе.

127. ИзЪ всего сказаннаго нами слѣдуетЪ, что при измѣреніи преломленія движенія, должно принимать вЪ разсужденіе четыре вещи: 1е. степень косвенности, вЪ которой тѣло упадаетЪ вЪ жидкую матерію преломляющую; 2е. степень густоты сея матеріи; 3е. величину движущагося тѣла; 4е. скорость, сЪ которую оно движется.

Перемѣна направленія, причиняемая препятствіемЪ непроницаемымЪ и неподвижнымЪ, или Отраженіе.

128. Сей перемѣнѣ направленія движущееся тѣло подвергается, когда встрѣчаетЪ препятствіе непроницаемое и неподвижное, отЪ котораго по ударѣ отскакиваетЪ. Подлинная причина сея перемѣны направленія есть упругость тѣлЪ; почему ежелибЪ тѣла не имѣли упругости, не было бы и отраженія. Но тѣла не всѣ равно упруги (32, 33); нѣтЪ ни одного изЪ нихЪ, кромѣ можетЪ быть матеріи свѣта и жидкихЪ воздухообразныхЪ тѣлЪ,

совершенно упругаго. Однако, чтобы учинить теорію простѣе, мы положимъ, что тѣла или совсѣмъ не имѣютъ упругости, или имѣютъ совершенную, а слѣдовательно способны къ противудѣйствію совершенному.

129. Въ неупругихъ тѣлахъ не бываетъ движенія отраженнаго. Опусти тѣло съ верху на мягкую землю; оно сдѣлаетъ въ ней углубленіе и потеряетъ все свое движеніе. Когда оно начинаетъ касаться мягкой земли, въ ту минуту имѣетъ оно извѣстное количество движенія, пріобрѣтенное паденіемъ; съ потеряніемъ сего движенія выдавливаетъ оно часть земли. И такъ перестаетъ оно двигаться тогда, когда части, имъ встрѣченныя, столь далеко вержены, сколько того требовала великость его усилія; ибо тѣло движущееся не можетъ приведено быть къ покою иначе, какъ чрезъ препятствіе, котораго сопротивленіе равняется произведенію его силы. Предположенная нами земля не имѣетъ ничего въ себѣ, чтобы могло возвратить тѣлу движеніе потерянное имъ на свое углубленіе въ землю: по чему и не послѣдуетъ отраженія.

130. Тѣла не имѣющія упругости, или имѣющія весьма малую, суть наиспособнѣй-

нѣйшія къ уничтоженію стремительныхъ усилій; ибо они постепенно умаляютъ скорость тѣла и приводятъ его въ покой, уступая ему постепенно. Всѣ препятствія, уступающія такимъ образомъ, раздѣляютъ усилія движущагося тѣла, и останавливаютъ какъ бы многократно силу, которая не могла бы ихъ не преодолѣть, естьли бы дѣйствіе ея произведено было въ кратчайшее время. Доска дубовая не остановитъ пули ружейной; маленькой мѣшечикъ, наполненной шерстью или землею, непремѣнно притупитъ ея дѣйствіе. Пушечное ядро не великое оказываетъ дѣйствіе надъ тюфякомъ висящимъ свободно, а оно же можетъ пробить стѣну.

131. Ежели тѣла упруги, то можетъ въ нихъ быть движеніе отраженное. Положимъ, что препятствіе DE (фиг. 12) есть такое тѣло, котораго упругость есть совершенная, и что тѣло C совершенно жесткое, а слѣдовательно неупругое. Когда тѣло C стремится изъ F въ A съ извѣстною степенію скорости и въ направленіи перпендикулярномъ къ препятствію DE, то ударяетъ его силою произшедшею изъ массы и скорости (63) и дѣлаетъ въ немъ

уг-

углубленіе *d* B *e*: точка прикосновенія A отдаляется чрезъ сію силу въ B: сія точка A первая получаетъ на себя гнѣтеніе, потому что къ ней первой прикасается движущееся тѣло C, и послѣ нее всѣ прочія точки съ обѣихъ сторонъ даже до *d* и *e*, которыя послѣднія сжаты бываютъ. Сіе дѣйствіе произходитъ не въ мгновеніе неразделимое; но въ определенное время, и сколь ни кратко сіе время, но можетъ быть разделено на многія мгновенія. Въ первое мгновеніе тѣло C устремляетъ, на весьма малое пространство препятствія встрѣченнаго имъ, свою силу, которая соразмѣрна массѣ его и дѣйствительно находящейся въ немъ скорости, которою силою вытѣсняетъ изъ мѣста тѣ части, коихъ коснулось: отъ сего вытѣсненія изъ мѣста произходитъ сопротивленіе, которое уничтожаетъ нѣкоторую часть скорости тѣла. Почему тѣло сіе во второе мгновеніе имѣетъ уже меньшую скорость. Но тогда части углубленныя даютъ способъ тѣлу коснуться препятствія большею поверхностію, дѣйствовать на большее число частей: сверхъ сего части сіи, сгущенныя отъ гнѣтенія, полученнаго ими въ первое мгновеніе, сопротивляются болѣе; отъ чего еще медлен-

леннѣе становится скорость тѣла. По сей же самой причинѣ она еще медленнѣе дѣлается въ третіе мгновеніе, и такъ далѣе, пока тѣло истощитъ все свое движеніе. Изъ сего видно, что скорость движущагося тѣла уменшается количествами болѣе и болѣе увеличивающимися. Когда тѣло С истощило всю свою силу, то части углубленныя d В e, которыя предполагаемъ мы совершенно упругими, не будучи ни чѣмъ удерживаемы, возстановляются въ первое свое положеніе, отталкиваютъ отъ себя тѣло С и стремятся дать ему направленіе, какое сами имѣютъ. Часть В, которая сгнѣтена была первая, прежде прочихъ возстановляется и толкаетъ тѣло С въ направленіи AF, изъ котораго ему не должно выходить; ибо соотвѣтственныя части его и съ той и съ другой стороны повинуются противудѣйствіямъ подобнымъ. Сверхъ того часть В возвращается въ А со скоростію, равною той, съ которою она была вытѣснена изъ своего мѣста. Почему скорость ея, равно какъ и двигнутаго ею тѣла С, возрастаетъ въ той же пропорціи, въ какой она сперва умалялась, такъ что когда чрезъ сіе противудѣйствіе тѣло С опять будетъ касать-

саться въ одной точкѣ поверхности DE, тогда будетъ имѣть скорость равную той, которую имѣло сперва дошедъ до сей поверхности; а слѣдственно и силу способную донести его изъ A до F, во время равное тому, которое употреблено имъ было, чтобъ дойти изъ F до A. Мы сказали выше, что тѣло C доходитъ до поверхности DE по линѣи FA перпендикулярной къ сей поверхности, и дѣлая съ нею прямой уголъ: изъ сказаннаго же нами теперь видно, что сіе тѣло назадъ отскакиваетъ по той же линѣи; слѣдовательно уголъ отраженія его въ семъ случаѣ равенъ будетъ углу паденія его.

132. Но часто случается, что тѣло падаетъ на препятствіе косвенно, т. е. не подъ прямымъ угломъ: тогда оно перемѣняетъ свое направленіе и отскакиваетъ по другому пути, потому что соотвѣтственныя части его встрѣчаютъ сопротивленія не равныя. Положимъ, что движущееся тѣло I (Фиг. 13.) доходитъ до поверхности RS по косвенной линѣи TM, составляя съ сею поверхностію уголъ TMS. Положимъ еще, что тѣло I совершенно жесткое, а препятствіе RS совершенно упругое. Тѣло I сперва касается препятствія

въ

въ точкѣ i, отъ чего и начинаетъ умаляться его скорость; потомъ, дѣлая углубленіе ip, которое положимъ, что равно силѣ его, въ каждое мгновеніе дѣйствуетъ на большее число частей, которыя болѣе и болѣе сопротивляются, поколику они сгущены отъ гнѣтенія, полученнаго ими въ первыя мгновенія: скорость тѣла умаляется количествами болѣе и болѣе возрастающими (131); отъ чего центръ его, вмѣсто того, чтобы ниспускаться по прямой линѣи, ниспускается по кривой IM. Когда тѣло истощитъ все свое движеніе, то части углубленныя, не будучи ничѣмъ удерживаемы, возстановятся одна по другой и въ порядкѣ такомъ, въ какомъ были сгнѣтаемы: почему скорость тѣла возрастаетъ при восхожденіи его въ той же пропорціи, въ какой умалялась при нисхожденіи (131): а по сему центръ тѣла и восходитъ по кривой линѣи MP, которая совершенно подобна линѣи MI, по которой оно нисходило. Слѣдовательно, какъ конецъ I линѣи TI его паденія, есть начало первой кривой линѣи IM, такъ и P конецъ MP второй кривой линѣи есть начало PQ линѣи его отраженія: отъ чего и будетъ уголъ отраженія QMR совершенно равенъ углу паденія TMS.

Ра-

Равенство сихъ угловъ паденія и отраженія доказываютъ геометрически, принявъ за основаніе то начальное положеніе, которое послѣ употребимъ (162), то есть, что тѣло проходящее линѣю TM движется такъ, какъ бы оно повиновалось двумъ силамъ, изъ которыхъ одна можетъ его двинуть количествомъ TV, а другая въ низъ понудить количествомъ TS. Когда же придетъ оно въ M и когда какая нибудь сила отниметъ у него всю его скорость движенія, понуждавшаго сверху внизъ, не уменшая горизонтальной его скорости, то должно ему пройти линѣю MR во время равное тому, которое употреблено имъ на движеніе изъ T до M, потому что тутъ одна только сила понуждаетъ его. Но естьли въ тоже время, какъ тѣло пришло въ M, сила понудившая его итти съ верху въ низъ, превращается въ другую, равную первой, силу понуждающую его двигаться съ низу въ верхъ, то оно паки подвергнется дѣйствію двухъ силъ, MV и MR, и пойдетъ по діагональной линѣи MQ, которая съ плоскостію RS составляетъ уголъ равной тому, которой составляетъ съ тою же плоскостію діагональная линѣя TM; ибо сіи линѣи суть діагоналы двухъ паралелограмовъ

мовъ равныхъ и находящихся въ подобныхъ положеніяхъ. Выше сего мы видѣли (131), что движеніе съ верху въ низъ перемѣняется, въ равной степени, въ другое движеніе съ низу въ верхъ, которое первому прямо противуположно: слѣдовательно и проч.

133. Мы предполагали движущееся тѣло совершенно жесткимъ, а дали упругость только отражающей плоскости. То же бы произошло дѣйствіе, естьли бы плоскость была совершенно твердая, а движущееся тѣло одно упругое: ибо при ударѣ оно бы сжалось; и сжатыя части, въ возстановленіи своемъ, оперлись бы на плоскость и оттолкнули бы тѣло со скоростію равною той, съ которою они были сжаты, и притомъ оттолкнули бы въ противную сторону. Правда, что Натура не представляетъ примѣра ни для котораго изъ сихъ двухъ предположеній. Нѣтъ тѣла совершенно жесткаго, а всѣ они больше или меньше имѣютъ упругости (83). И такъ при всякомъ отраженіи и тѣло движущееся и препятствіе имѣютъ въ ономъ участіе соразмѣрное степени упругости ихъ.

134. Предложенъ былъ вопросъ, бываетъ ли нѣсколько времени покоя между паденіемъ

и отраженіемЪ. НѢкоторые Физики утверждали сіе, другіе отрицали. Чтобы рѢшить сей вопросЪ, надлежитЪ знать, какЪ всякой разумѢлЪ его. ИзвѢстно, что упругое тѢло, ударившись о плоскость, напрягается и сжимается мало по малу измѢняя фигуру, и истощаетЪ мало по малу все движеніе, которое вЪ немЪ было и которое употребляетЪ оно кЪ напряженію своей упругости. Когда упругость совсѢмЪ напряжена, и тѢло лишилось всего своего движенія, то упругость тотчасЪ дѢйствуетЪ безЪ всякой разстановки между началомЪ дѢйствія своего и концемЪ напряженія. ВЪ самомЪ дѢлѢ, какой быть причинѢ, которая бы оставляла упругость напряженною, когда движеніе тѢла совсѢмЪ пресѢклось, и когда ничто не мѢшаетЪ упругимЪ частямЪ воздѢйствовать? Они дѢйствуютЪ тотчасЪ, и возвращаютЪ тѢлу постепенно все движеніе имЪ потерянное, подобно какЪ маятникЪ упадаетЪ, истощивЪ все свое движеніе поднимаясь вЪ верхЪ (258). И такЪ нѢтЪ разстановки между концемЪ напряженія, которое можно почесть предѢломЪ паденія тѢла, и между началомЪ разжиманія, которое можно почесть первымЪ мгновеніемЪ от-

отраженія. Но ежели кто приметъ за мгновеніе паденія то время, когда тѣло касается поверхности, а за мгновеніе отраженія то время, когда тѣло оставляетъ совсѣмъ плоскость; то явственно, что будетъ промежутокъ опредѣленнаго времени, хотя весьма короткаго, между паденіемъ и отраженіемъ, то есть, то время, которое пружина употребляетъ на свое напряженіе и разжиманіе.

135. Изъ всего нами сказаннаго слѣдуетъ заключить, что упругость есть необходимая причина отраженія, и что направленіе отраженнаго движенія есть такое, что уголъ отраженія бываетъ всегда равенъ углу паденія, ежели противудѣйствіе совершенно. Но какъ таковый случай весьма рѣдокъ, то въ практикѣ не должно ожидать дѣйствій весьма сообразныхъ съ теоріею. Обыкновенно уголъ отраженія бываетъ менѣе угла паденія, не только потому, что упругость въ тѣлахъ несовершенная, но и потому, что тяжесть тѣла движущагося и сопротивленіе воздуха уничтожаютъ часть дѣйствія. Въ движеніяхъ токмо свѣта (1218) и жидкихъ веществъ воздухообразныхъ (1019) сіи углы бываютъ совершенно равны. Но

хотя сего равенства угловъ никогда почти не примѣчается; однако видимъ, что сіе есть правило, Натурою уставленное и основанное на извѣстныхъ законахъ.

Игра мячемъ и биліартная почти совсѣмъ основаны на показанныхъ теперь правилахъ движенія отраженнаго.

Перемѣна скорости и направленія, причиняемая препятствіемъ не проницаемымъ; которое можетъ съ мѣста быть сдвинуто; или Сраженіе тѣлъ.

136. Сія перемѣна скорости и направленія бываетъ въ тѣлѣ, ударяющемъ другое, которое можетъ быть сдвинуто съ мѣста. Посредствомъ сего удара сообщается движеніе отъ тѣла ударяющаго тѣлу ударенному, и перемѣна въ положеніи сего послѣдняго покажетъ намъ правила, по которымъ движеніе сообщается отъ одного другому. Что касается до метафизической причины перехожденія движенія отъ одного тѣла въ другое; то мы чистосердечно должны признаться въ нашемъ невѣденіи первой причины. И такъ не станемъ заниматься симъ вопросомъ. Изслѣдуемъ только тѣ перемѣны, которыя свойственны и движущемуся тѣлу и препят-

ствію, когда сіе послѣднее можетъ быть ударомъ сдвинуто съ мѣста.

137. Мы можемъ здѣсь принять въ разсужденіе тѣла двоякаго роду; одни мягкія и безъ упругости, или почитаемыя таковыми (33), а другія упругія. Послѣднихъ упругость перемѣняетъ дѣйствія законовъ, Натурою установленныхъ. Чтобы лучше показать сіи законы, мы должны предположить здѣсь вещи, которыя не существуютъ: то есть 1е. что тѣла, взаимно ударяющіяся, движутся или въ пустотѣ, или въ жидкомъ веществѣ не противящемся и что не имѣютъ никакого тренія; 2е. что или имѣютъ совершенную упругость, или совсѣмъ не имѣютъ оной. По сему въ практикѣ дѣйствіе никогда не соотвѣтствуетъ тому, чего законъ требуетъ.

138. Два рода есть удареній тѣлъ: то есть, удареніе прямое и удареніе косвенное. Первое бываетъ, когда направленіе движеній тѣлъ проходитъ чрезъ центры ихъ тяжести; а второе, когда направленіе чрезъ оный не проходитъ; и то и другое имѣетъ особливыя правила; однако гораздо удобнѣе вывесть правила удара прямаго, нежели удара косвеннаго; потому что въ семъ послѣднемъ есть многія причины, имѣющія

щія вліяніе въ дѣйствіе; а дѣйствіе потолику познавать можемъ, поколику знаемъ причины оному поспѣшествующія. Чтобы не затруднить вопроса, мы будемъ говорить только о прямомъ ударѣ.

139. Когда два тѣла сближаются ко взаимному удару, то или одно изъ нихъ находится въ покоѣ, или оба въ движеніи: когда оба движутся, то или движутся въ одну сторону, или съ противныхъ сторонъ, со скоростями равными или не равными. Но прежде нежели сойтися симъ тѣламъ, должно находящееся между ними разстояніе перейти или одному изъ нихъ, или обоимъ, безъ чего не бываетъ удара. Сіе пространство можетъ быть перейдено въ опредѣленное время; и продолженіе сего времени измѣряетъ относительную скорость (62) обоихъ сихъ тѣлъ: то есть, ту скорость, съ которою оба сіи тѣла сходятся, когда или одно изъ нихъ въ покоѣ, или оба вдругъ движутся въ одну сторону, или сходятся съ противныхъ сторонъ, съ равными или неравными скоростями.

140. Знавъ относительную скорость, надлежитъ принять въ разсужденіе массы; ибо тѣло ударенное противупоставляетъ

свое

свое упорство ударяющему тѣлу; и мы прежде видѣли (41), что сіе сопротивленіе всегда бываетъ пропорціонально къ массѣ. И такъ чѣмъ большую массу имѣетъ тѣло, тѣмъ меньшую принимаетъ оно скорость отъ опредѣленнаго удара.

Сперва станемъ говорить о сраженіи тѣлъ не упругихъ, или почитаемыхъ таковыми: а потомъ о сраженіи тѣлъ упругихъ, въ которыхъ предполагаемъ упругость совершенную.

Сраженіе тѣлъ не упругихъ.

141. Iе. ПРАВИЛО. *Когда тѣло, находящееся въ покоѣ, ударено бываетъ другимъ тѣломъ; то скорость ударившаго тѣла раздѣляется между обоими въ содержаніи массъ.* То есть, послѣ удара оба тѣла движутся въ направленіи ударившаго тѣла; и общая скорость обоихъ тѣлъ бываетъ тѣмъ меньше, чѣмъ большую массу имѣетъ тѣло ударенное. Ежели оба тѣла равны массами, то общая скорость обоихъ, послѣ удара, будетъ половина скорости бывшей до удара въ тѣлѣ ударившемъ. Ежели ударившее тѣло имѣетъ массу въ двое болѣе массы тѣла удареннаго; то общая скорость ихъ послѣ удара будетъ двѣ тре-

ти скорости, бывшей до удара въ тѣлѣ ударившемъ. Ежели тѣло ударенное имѣетъ массу въ двое болѣе массы ударившаго; то общая скорость по ударѣ будетъ только одна треть скорости, бывшей въ ударившемъ тѣлѣ до удара; и проч. Ибо, послѣ удара, оба тѣла сошедшіяся суть какъ бы одна масса: положимъ, что оба имѣютъ равныя массы, и вѣсятъ каждое по фунту; сила могущая въ извѣстное время перенести на десять футовъ массу въ одинъ фунтъ, не можетъ далѣе какъ на пять футовъ двигнуть въ двое большую массу въ такое же время; то же должно сказать и о всѣхъ прочихъ случаяхъ, какія предполагать можно.

142. Надлежитъ весьма замѣтить слѣдующее. Въ самое мгновеніе удара дѣлается въ обѣихъ тѣлахъ сплющеніе, которое происходя отъ сопротивленія ударреннаго тѣла, бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ большую массу имѣетъ тѣло ударенное; ибо въ семъ случаѣ оно болѣе противится (41). Чтобы изъяснить причину сихъ сплющеній, надобно примѣчать внимательно, что самыя скорыя дѣйствія, которыя кажутся намъ мгновенными, производятся всегда въ опредѣленное время, то есть, въ та-

такое, котораго продолженіе не самое краткое, какое можно вообразить. Когда два тѣла начинаютъ взаимно касаться, то наиболѣе выдавшіяся части ударяющаго тѣла, которыя первыя ударяютъ, уже потеряли часть своей скорости, а центръ, и отдаленнѣйшія части имѣютъ еще всю свою скорость. И такъ чрезъ нѣсколько мгновеній, правда весьма краткихъ, сія медленнѣе движущаяся масса получаетъ скорость равно во всѣхъ ея частяхъ умалившуюся. Но части тѣла не могутъ двигаться однѣ другихъ скорѣе безъ того, чтобы относительное ихъ положеніе, и слѣдовательно фигура тѣла не перемѣнилась. И такъ сплющеніе сего тѣла есть дѣйствіе и доказательство умаленной скорости послѣдовательнымъ образомъ во многія части времени. Тоже можно сказать и о тѣлѣ ударенномъ; оно не переходитъ въ тоже мгновеніе изъ состоянія своего покоя къ пріобрѣтаемой имъ степени скорости; части непосредственно подверженныя удару двигнутся прежде, нежели прочія; отъ чего и еще происходитъ сплющеніе и перемѣненіе фигуры. И сіи сплющенія тѣмъ больше бываютъ, чѣмъ большую массу тѣла имѣютъ.

143. Поелику, въ силу перваго правила (141), скорость уменьшается по мѣрѣ увеличенія массы тѣла удареннаго; то движеніе послѣ удара должно быть не чувствительно, когда тѣло ударенное безконечно болѣе ударившаго. Что и дѣйствительно случается; ибо на примѣръ, пушечное ядро, коимъ выстрѣлено въ земляной валъ, кажется потерявшимъ все свое движеніе; скорость оставшаяся въ немъ къ сообщенной отъ него содержится какъ масса его къ массѣ вала. Изъ сего начальнаго положенія выводятъ слѣдствіе, которое кажется не правильно, то есть, что самая величайшая масса всегда бываетъ сдвинута съ мѣста отъ малѣйшаго удара. Сіе могло бы быть истинно, естьли бы ударенная масса была совершенно не способна изогнуться; но какъ она не такова, то сопротивленіе ея будетъ довольно продолжительно, чтобы истощить всю скорость малой массы чрезъ вдавленіе частей, причиняемое отъ удара, который производитъ сплющеніе (142).

144. IIе. ПРАВИЛО. *Когда два тѣла, движущіяся въ одну сторону со скоростями не равными, ударяются взаимно; то, равныя ли ихъ массы или не равныя,*

оба

оба тѣла продолжаютъ двигаться вмѣстѣ, и притомъ въ первомъ своемъ направленіи, со скоростію общею, которая меньше скорости тѣла ударившаго, но больше скорости тѣла ударенняго бывшей въ немъ до удара. Когда тѣло, имѣющее большую скорость, ударится въ имѣющее меньшую, то медленность одного дѣлаетъ препятствіе другому: но какъ сіе препятствіе есть движущееся тѣло, то излишекъ скорости одного тѣла долженъ, по силѣ перваго правила (141), раздѣлиться между обоими въ содержаніи ихъ массъ. Ибо положимъ, что прежде удара отнято и у того и у другаго тѣла количество скорости равное количеству скорости тѣла медленнѣе движущагося; то сіе послѣднее не бывъ еще ударено, придетъ въ покой, и скорость быстрѣйшаго тѣла будетъ только та, которою оно превосходило скорость медленнаго тѣла. Сей случай точно принадлежать будетъ къ первому правилу, когда тѣло находящееся въ покоѣ ударено бываетъ другимъ, котораго скорость должна раздѣлиться между обоими въ содержаніи ихъ массъ. Теперь пусть будутъ отданы каждому тѣлу скорости, которыя положили мы прежде отнятыми;

то

то въ ударенномъ тѣлѣ будетъ прежняя его скорость сложенная съ тою, которую пріобрѣло оно отъ удара; а въ ударившемъ тѣлѣ будетъ первая его скорость безъ той, которую оно дало ударенному тѣлу. Положимъ на примѣръ, что тѣла А и В имѣютъ равныя массы: пусть А будетъ имѣть 8 степеней скорости, а В только 4: А, ударя въ В, дастъ ему 2 степени скорости, половину своего излишку; и оба будутъ двигаться общею скоростію 6 степеней. Пусть теперь будетъ дана каждому скорость 4ю степенями меньше положенной нами; то А будетъ имѣть только то, что составляетъ его излишество, то есть 4 степени; а В будетъ въ покоѣ: и сей случай будетъ подходить подъ первое правило. Возрати каждому сіи 4 степени; то у тѣла ударѣннаго В будетъ его скорость сложенная съ 2 степенями, полученными отъ удара; а у тѣла ударившаго А, 8 степеней скорости первой, безъ 2хъ степеней, удѣленныхъ тѣлу ударенному. Изъ сего явствуетъ, что во всѣхъ случаяхъ, собственная скорость ударенннго тѣла всегда увеличивается, а скорость тѣла ударяющаго всегда уменьшается и притомъ всегда въ содержаніи массъ. Слѣдовательно и проч.

145.

145. III е. ПРАВИЛО. *Ежели два тѣла, долженствующія ударить другъ друга, движутся въ противуположныхъ направленіяхъ; то движеніе пропадаетъ и въ томъ и въ другомъ, или покрайней мѣрѣ въ одномъ изъ двухъ; ежели послѣ удара остается еще движеніе, то оба тѣла продолжаютъ двигаться въ одну сторону; и количество общаго ихъ движенія равно бывшему до удара излишеству, въ одномъ изъ нихъ.* То есть, когда оба тѣла имѣютъ количества движенія равныя, то движеніе и въ томъ и въ другомъ пропадаетъ и оба они приводятся въ покой. Ежели въ одномъ изъ нихъ количество движенія болѣе, нежели въ другомъ, то по ударѣ остается только излишекъ движенія находившійся въ одномъ изъ нихъ, что и составитъ общее движеніе обоихъ тѣлъ. А какъ количество движенія тѣла происходитъ изъ массы его, умноженной на его скорость (63); то когда оба тѣла столкнутся съ такими скоростями, которыя находятся въ обратномъ содержаніи массъ, слѣдуетъ притти обоимъ въ покой; потому что они ударяютъ равными количествами движенія. И такъ усиліе движущагося тѣла можетъ воз-

возрастать не только скоростію, но и массою: для сего играющій мячемЪ (jeu de paume) для умноженія своей силы требуетЪ ракеты тяжелѣ; потому что двигая оную сЪ тою же скоростію, ударяетЪ сильнѣе вЪ мячь, когда она имѣетЪ болѣе массы.

ИзЪ сказаннаго нами о ударѣ тѣлЪ неупругихЪ явствуетЪ:

146. 1е. Что, когда послѣ удара, направленія движеній столкнувшихся тѣлЪ, идутЪ вЪ одну сторону; то находится вЪ двухЪ тѣлахЪ соединенныхЪ количество движенія равное тому, которое было или вЪ одномЪ изЪ двухЪ, или вЪ обоихЪ прежде удара.

147. 2е. Что, когда направленія движеній сихЪ тѣлЪ идутЪ одно противЪ другаго, пропадаетЪ покрайней мѣрѣ часть движенія, ежели не все; и что ежели оное остается послѣ удара, то сіе оставшееся количество движенія равно разности обоихЪ количествЪ бывшихЪ до удару.

Сраженіе тѣлЪ упругихЪ.

148. Во всемЪ, что нами сказано касательно до сраженія тѣлЪ неупругихЪ, замѣчали мы всегда два главныя дѣйствія; то есть 1е. сообщеніе движенія отЪ тѣла

тѣла ударяющаго тѣлу ударенному; 2е перемѣну фигуры, или обоихъ тѣлъ сплющеніе въ тѣхъ мѣстахъ, коими они взаимно касаются. Сихъ обоихъ дѣйствій общая причина есть толчокъ или ударъ: чрезъ него скорость переходитъ и распространяется единообразно по обѣимъ массамъ; и во время сего распространенія перемѣняются фигуры, чрезъ приплющенія производимыя упорностію массъ (41).

149. Въ удареніи упругихъ тѣлъ Натура слѣдуетъ точно тѣмъ же законамъ: но какъ части, ударомъ углубляемыя, возстановляются; то сіе послѣднее дѣйствіе присоединяся къ тому, коимъ сообщается движеніе, дѣлаетъ великую перемѣну въ произведеніяхъ.

150. И такъ здѣсь различимъ два рода движеній; одно не зависящее отъ упругости, которое назовемъ *Движеніемъ начальнымъ*, другое раждающееся отъ противудѣйствія сплющенныхъ или сгнѣтенныхъ ударомъ частей, и которое назовемъ *Движеніемъ упругости*, или просто противудѣйствіемъ, которымъ удвояется всегда сообщенное движеніе.

151. Iе. ПРАВИЛО. *Когда тѣло упругое ударитъ въ другое упругое тѣло, на-*

находящееся въ покоѣ, или движущееся въ туже съ нимъ сторону: то сіе, послѣ удара, будетъ двигаться въ направленіи тѣла ударившаго, со скоростію сложенною изъ скорости ему не посредственно, или чрезъ сообщеніе данной и изъ той, которую оно получитъ по ударѣ чрезъ свое противудѣйствіе; а ударившее тѣло, котораго упругость дѣйствуетъ въ противную сторону, потеряетъ или все, или частію то, что имѣло оно отъ первой скорости; и ежели движеніе упругости его болѣе остатка первой его скорости, то отступитъ назадъ по мѣрѣ сего остатка. И во всѣхъ случаяхъ, скорость относительная, послѣ удара, бываетъ таже, какая была прежде. Чтобы уразумѣть лучше сіе правило, положимъ сперва, что одно тѣло находится въ покоѣ: 1 е. Ежели оба тѣла имѣютъ равныя массы, то тѣло покоившееся, будучи ударено, какъ чрезъ сообщеніе, такъ и чрезъ свое противудѣйствіе получитъ количество движенія равное тому, которое до удара было въ другомъ тѣлѣ; а сіе послѣднее придетъ въ покой чрезъ свою упругость, которая уничтожитъ остатокъ начальной его скорости.

Не

Не льзя возражать здѣсь, что изъ двухъ костяныхъ шаровъ, имѣющихъ одинакія массы, толкнутый по ковру на другой шаръ, не остается въ покоѣ; потому что сей шаръ получаетъ два движенія, одно, которымъ онъ несется въ передъ, другое, коимъ вертится около своей оси. Первое движеніе уничтожается отъ удара, какъ выше сказано; а другое, отъ коего онъ вертится, оставаяся въ немъ, понуждаетъ его подаваться въ передъ; ибо тѣло, которое на плоскости катится, не можетъ не подаваться въ передъ. 2 е. Ежели массы не равны, и ударенное тѣло имѣетъ меньшую; то послѣ удара оба пойдутъ по направленію тѣла ударяющаго, но сіе послѣднее будетъ имѣть менѣе скорости, нежели другое. 3 е. Ежели также массы будутъ неравныя и ударенное тѣло будетъ имѣть большую; то сіе тѣло пойдетъ одно по направленію тѣла ударившаго, а сіе послѣднее назадъ отступитъ. Положимъ теперь, что оба тѣла движутся въ одну сторону: послѣ удара оба пойдутъ въ ту же сторону, но ударившее тѣло пойдетъ съ меньшею скоростію, ежели только ударенное тѣло не будетъ имѣть массу гораздо бо-

лѣе, нежели ударившее, въ которомъ случаѣ сіе послѣднее отступитъ назадъ. А во всѣхъ случаяхъ скорость относительная (62) будетъ послѣ удара всегда та же, которая была прежде.

152. Причину всѣхъ сихъ дѣйствій увидитъ всякъ, ежели внимательно примѣчать будетъ, что въ ударѣ тѣлъ упругихъ, равно какъ и неупругихъ, движеніе тѣла ударяющаго, или излишество движенія сего тѣла предъ движеніемъ ударяемаго, сообщается сему послѣднему въ содержаніи массъ. Но къ сему присовокупить должно; 1е. что противудѣйствіемъ удвояется всегда, въ ударенномъ тѣлѣ, количество движенія получаемое имъ чрезъ сообщеніе; 2е. что сіе самое противудѣйствіе стремится съ толикою же силою оттолкнуть назадъ ударяющее тѣло и принудить его потерять въ первомъ его направленіи столько же движенія, сколько оно уже чрезъ ударъ потеряло. И такъ во всѣхъ случаяхъ тѣло ударившее теряетъ количество движенія равное полученному ударенным тѣломъ Слѣдовательно противудѣйствіе удвояетъ всегда сіи два дѣйствія; удвояетъ движеніе сообщенное ударенному тѣлу и удвояетъ потерю дви-

движенія въ ударившемъ тѣлѣ, отталкивая оное назадъ. Пружина спущенная между двумя тѣлами производитъ такое же дѣйствіе. Симъ изъясняется, для чего подаются назадъ огнестрѣльныя орудія, почему поднимаются въ верьхъ ракеты и прочее сему подобное. Порохъ загораяся бываетъ пружиною спущенною между ядромъ и дномъ пушки, также между ракетою и воздухомъ, въ который ракета ударяетъ довольно скоро, что можетъ на него опираться.

153. IIе. ПРАВИЛО. *Когда два тѣла упругія, равныя или неравныя массами, сошедшись съ противуположныхъ сторонъ, столкнутся со скоростями собственными, равными или неравными: то послѣ удара они разойдутся и скорость ихъ относительная будетъ таже, какая была прежде удара.* Ежели бы оба сіи тѣла не имѣли упругости, то или бы остановили другъ друга, или бы одно другимъ было двигнуто, какъ выше мы сказали (145). И такъ расходятся они по единому ихъ противудѣйствію: но сіе противудѣйствіе равно сгнѣтенію причиненному ударомъ (112): а сгнѣтеніе бываетъ въ содержаніи относительной скорости бывшей до удара: слѣдовательно произходящая

отъ того скорость должна быть подобная. Изъ предыдущаго (152) можно видѣть причину сихъ дѣйствій.

154. Въ отношеніи къ упругимъ тѣламъ, которыхъ упругость совершенная, опытъ доказываетъ, 1е. что когда два тѣла, которыя идутъ въ одну сторону, или изъ которыхъ одно находится въ покоѣ, ударятся такъ, что послѣ удара пойдутъ еще въ туже сторону, или одно останется въ покоѣ; то сумма движеній таже будетъ послѣ, какая была прежде удара.

155. 2е. Что когда одно изъ двухъ отражается назадъ, тогда количество движенія бываетъ большее послѣ, нежели какое было прежде удара. Количество движенія тѣла ударённаго превосходитъ даже количество движенія начальнаго бывшаго прежде взаимнаго прикосновенія; и сей излишекъ движенія въ ударенномъ тѣлѣ равняется количеству движенія того тѣла, которое послѣ удара назадъ отступаетъ.

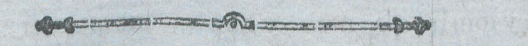
156. 3е. Что когда два тѣла ударяются въ противуположныхъ направленіяхъ, то послѣ удара сумма движеній не бываетъ никогда болѣе, нежели какая была прежде удара: она

она даже можетъ быть меньше; въ которомъ случаѣ потеря равна бываетъ количеству однимъ изъ двухъ тѣлъ пріобрѣтенному.

157. Ежели кто желаетъ видѣть на опытѣ показаніе правилъ, которымъ тѣла слѣдуютъ въ ихъ ударѣ, которой я полагаю вездѣ ударомъ прямымъ (138); то надобно употреблять къ сему шаровидныя тѣла, и чтобы центры ихъ тяжести находилися въ направленіи движенія ихъ.

158. Надобно замѣтить, что не должно мѣрять удареніе жидкихъ тѣлъ по правиламъ теперь нами поставленнымъ, касающимся до твердыхъ тѣлъ; потому что сіи послѣднія, составлены будучи изъ частей, великое между собою сцѣпленіе имѣющихъ, дѣйствуютъ всею своею массою и дѣйствительно находящеюся въ нихъ скоростію. Но въ веществахъ жидкихъ, ради относительной движимости ихъ частей, ударяющія только въ препятствіе части дѣлаютъ усиліе; прочія же не теряютъ своей скорости и слѣдовательно не способствуютъ сему усилію. Для сего вода и вѣтръ не вдругъ сообщаютъ свою скорость движимому тѣлу, но чрезъ извѣстное время сіе тѣло получаетъ все

движеніе, которое можетъ быть ему передано. Въ чемъ можно удостовѣриться примѣчая крылья вѣтреной мельницы, или колесо водяной мельницы, когда они начинаютъ свое движеніе.



ГЛАВА IV.

О законахъ движенія сложнаго.

159. Движеніе сложное (68) имѣетъ свои законы, какъ движеніе простое: оные могутъ быть отнесены къ одному, котораго они суть токмо слѣдствія. Сей законъ есть слѣдующій.

Законъ движенія сложнаго.

160. *Когда тѣло понуждаемо бываетъ къ движенію многими силами, дѣйствующими въ тоже время и по разнымъ направленіямъ; то, или оно остается въ равновѣсіи, или получаетъ движеніе, которое слѣдуетъ, въ разсужденіи скорости, содержанію между силами находящемуся; а направленіе получаетъ среднее между ихъ направленіями.*

Когда

Когда вмѣстѣ дѣйствующихъ силъ направленія противуположны, то или силы бываютъ равныя, или неравныя: въ случаѣ равенства ихъ, движимое тѣло пребываетъ въ равновѣсіи. Естьли же силы неравны, то тѣло повинуется превосходнѣйшей силѣ, не по всей ея мѣрѣ, но по мѣрѣ ея превосходства надъ другою: ибо слабѣйшая уничтожаетъ въ другой часть дѣйствія равную своему; и такъ въ превосходнѣйшей остается только излишекъ, чтобы дѣйствовать на тѣло. Слѣдовательно, когда силы прямо противуположны, то происходитъ изъ сего или покой, или движеніе простое, но медленное. Но когда силы косвенно противуположены другъ другу, то есть, когда ихъ направленія пересѣкаютъ другъ друга, или дѣлаютъ уголъ при движимомъ тѣлѣ, тогда движеніе учиняется сложнымъ и въ скорости и въ направленіи.

Движеніе сложное можетъ происходить или по прямой, или по кривой линѣѣ. Разсмотримъ, какія суть необходимо нужныя обстоятельства для того или другаго движенія.

Движенie сложное по прямой линѣѣ.

161. Движенie сложное происходитъ всегда по прямой линѣѣ, когда движимое тѣло повинуется силамъ движущимъ такимъ, которыя пребываютъ въ томъ же отношенiи между собою, то есть, что или не дѣлается въ нихъ никакихъ перемѣнъ, или хотя и дѣлаются, но равныя или пропорцiанальныя; ибо тогда дѣйствiя каждаго мгновенiя всѣ встрѣчаются въ томъ же направленiи. Положимъ сiи отношенiя постоянными.

162. Скорость и направленiе тѣла, движущагося движенiемъ сложнымъ, измѣряется дiагональною линѣею параллелограмма, котораго двумя боками представляются движущiя силы. Положимъ, что тѣло M (фиг. 14.) влечется въ тоже время двумя силами, представленными въ двухъ линѣяхъ MC, MG, которыя вмѣстѣ составляютъ уголъ при тѣлѣ M: дiагональная линѣя MI параллелограмма MGIC, котораго сiи двѣ линѣи MC, MG суть два бока, измѣряетъ скорость и опредѣляетъ направленiе, по которому пойдетъ тѣло M движимое сими двумя силами. Ибо пусть будетъ MC линѣйка подвижная, по которой тѣло M спус-

спускается въ низъ съ равномѣрною скоростію изъ M въ C въ шесть равныхъ мгновеній, когда между тѣмъ линѣйка MC движется параллельно къ самой себѣ съ равномѣрною скоростію изъ M въ G, въ шесть мгновеній равныхъ первымъ; явствуетъ, что при концѣ перваго мгновенія, движимое тѣло M, спустится въ A; а линѣйка MC подвинется до K: слѣдовательно точка A и тѣло M до нее дошедшее, находиться будутъ въ *a*. При концѣ втораго мгновенія движимое тѣло M спустится до B; а линѣйка MC дойдетъ до L: слѣдовательно движимое тѣло, спустившееся до B, будетъ находиться въ точкѣ *b*. По сей же причинѣ, при концѣ третьяго мгновенія, движимое тѣло M будетъ въ *d* при концѣ четвертаго мгновенія будетъ оно въ *c* и проч. На конецъ по прошествіи шести мгновеній движимое тѣло M будетъ въ I, перешедъ всѣ точки діагональной линѣи MI, одну послѣ другой; и придетъ, по кратчайшимъ путемъ, къ предѣламъ двухъ стремленій; ибо тѣло M, пришедшее въ I, сошло на количество GI равное MC, и впередъ подвинулось на количество CI равное MG.

163. Сія діагональная линѣя, означающая скорость тѣла, бываетъ больше или меньше длинна при силахъ одинакихъ, по мѣрѣ, какъ направленія ихъ составляютъ изъ себя больше или меньше острые углы. Ежели составляемый ими уголъ есть прямой, то они ни вредятъ, ни помогаютъ другъ другу; тѣло движимое несется такъ далеко, какъ каждая сила того требуетъ. Такъ тѣло M (фиг. 15), понуждаемое двумя силами MA, MB, составляющими между собою прямой уголъ A M B, будетъ итти по діагональной линѣи MC. Но ежели сила MB будетъ перенесена въ MD, и будетъ составлять съ другою силою уголъ тупой AMD, тогда діагональная линѣя, по которой пойдетъ тѣло M, будетъ M E короче, нежели MC. Естьли же на противъ сила MB перенесена будетъ въ MF и съ силою MA будетъ составлять острой уголъ AMF, то діагональная линѣя, по которой пойдетъ тѣло M, будетъ MG длиннѣе, нежели MC; и сія діагональная линѣя тѣмъ далѣе продолжается, чѣмъ уголъ, составляемый изъ направленій силъ, становится острѣе.

164. Діагональная линѣя, какъ выше мы сказали (162), опредѣляетъ также направ-

правленіе, которому послѣдуетъ движимое тѣло. Ежели двѣ силы равны, какъ MG, MC (фиг. 14), то діагоналъ MI бываетъ къ обѣимъ равно наклоненъ, и составляетъ съ обѣихъ сторонъ съ направленіями силъ равные углы. Но ежели силы не равны, какъ MA, MB, (фиг. 15), то діагоналъ бываетъ болѣе наклоненъ къ большей силѣ и съ направленіемъ ея дѣлаетъ уголъ AMC менѣе угла CMB, составляемаго имъ съ направленіемъ меньшей силы.

165. Изъ сказаннаго теперь слѣдуетъ что когда извѣстенъ уголъ направленія силъ и степень ихъ напряженія; то легко узнать дѣйствіе, какое произведутъ они надъ движимымъ тѣломъ, то есть, степень скорости и направленіе, которыя должно ему получить: ибо когда изобразить мѣру силъ и ихъ направленіе линѣями, на примѣръ, MA и MD, которыя соединяются въ точкѣ M, и когда сдѣлать параллелограммъ изъ сихъ линѣй, которыя въ немъ представляютъ два бока; то діагоналъ ME покажетъ искомое.

166. Также слѣдуетъ, что когда извѣстно общее двухъ силъ дѣйствіе на движимое тѣло, также направленіе и степень одной силы; то можно узнать мѣру и поло-

положенiе другой силы. Ежели знаю, на примѣръ, что тѣло M перенесено изъ M въ G дѣйствiемъ двухъ силъ, изъ которыхъ одна изображена чрезъ MA; то, проведя изъ точки A къ точкѣ G линѣю AG, увѣренъ буду, что другая сила будетъ представлена линѣею MF, проведенною изъ точки M параллельною и равною линѣѣ AG.

167. Для составленiя сложнаго движенiя не нужно, чтобы силы не преставали дѣйствовать во все продолженiе движенiя. Двѣ силы единожды впечатлѣнныя (какъ, на примѣръ, два удара молотомъ) отъ причинъ перестающихъ потомъ дѣйствовать, производятъ тоже дѣйствiе, и дѣлаютъ движенiе тѣла сложнымъ, какъ бы они непрерывно дѣйствовали. Для сего выкинутое что нибудь изъ окна кареты ѣдующей не доходитъ никогда къ тому мѣсту, на которое рука бросила. Ибо кромѣ движенiя, отъ руки впечатлѣннаго, есть еще движенiе кареты, которое есть общее и движимому тѣлу и рукѣ, и которое составляетъ вторую силу, коея направленiе пересѣкается съ направленiемъ даннымъ тѣлу рукою; и такъ сiе двигнутое тѣло должно слѣдовать по дiагоналу парал-

ле-

лелограмма, котораго боками изображаются сіи двѣ силы. Изъ сего слѣдуетъ, что ежели хочетъ кто выпрыгнуть изъ кареты, которую лошади понесли, и что ежели случится тутъ небольшая куча грязи, то вѣрнѣйшій способъ не попасть въ грязь есть силиться прыгнуть въ оную.

Движеніе сложное по кривой линѣѣ.

168. Сложное движеніе происходитъ по прямой линѣѣ, какъ выше мы сказали (161), когда движимое тѣло повинуется такимъ силамъ, которыя пребываютъ въ одинакомъ отношеніи между собою. Но сего не бываетъ, когда отношеніе силъ перемѣняется; ежели на примѣръ одна изъ силъ учиняется или болѣе или слабѣе, а другая не перемѣняется; или когда и обѣ перемѣняются, но непропорціонально. Въ сихъ случаяхъ произведеніе каждаго мгновенія бываетъ, правда, прямая линѣя; ибо всѣ тѣла такимъ образомъ начинаютъ двигаться (74): но каждая изъ сихъ прямыхъ линѣй имѣетъ особливое свое направленіе, которое въ каждое мгновеніе перемѣняется сходственно съ перемѣною отношенія между силами. Положимъ, что тѣло

М

M (фиг. 16) побуждается къ движенію въ одно время двумя силами, изображенными чрезъ двѣ линѣи MF M6: что сила MF есть равномѣрная, то есть, что она стремится двигать тѣло M чрезъ равныя пространства въ равныя времена, какъ MA, AB, BC, и проч., и что сила M6 есть возрастающая, то есть, что она стремится принудить тѣло M перебѣгать въ равныя времена, такія пространства, которыя болѣе и болѣе увеличиваются, какъ M, 1; 1, 2; 2, 3, и проч. Ежели приведемъ сюда сказанное нами выше (162); то увидимъ, что тѣло M, въ первое мгновеніе, перейдетъ чрезъ діагоналъ M*a*; во второе чрезъ діагоналъ *a b*; въ третіе чрезъ діагоналъ *b c*; въ четвертое чрезъ діагоналъ *c d* и проч. Но каждый изъ сихъ діагоналовъ имѣетъ направленіе отмѣнное отъ направленій діагоналовъ ему предыдущихъ: и ежели мы представимъ ихъ самыми короткими, предполагая мгновенія бесконечно малыя, то всѣ они послѣдственно составятъ кривую линѣю *Mabcdef*. Таковы почти суть движенія всѣхъ тяжелыхъ тѣлъ брошенныхъ внѣ перпендикулярной линѣи къ горизонту; какъ то камня брошеннаго рукою, бомбы, ядра пушечнаго и проч.; толчокъ имъ данной

ной есть такая сила, коея дѣйствіе, по существу своему, есть равно во всѣхъ мгновеніяхъ; а тяжесть ихъ есть такая сила, коея дѣйствіе болѣе и болѣе увеличивается (216). И такъ брошенное тѣло описываетъ кривую линѣю, которая послѣдуетъ свойству перемѣны произведенной въ отношеніяхъ обѣихъ силъ.

169. Всякъ увѣренъ въ кривизнѣ сея линѣи относительно къ брошенному камню и бомбѣ, которыя привели мы въ примѣръ (168). Но о пушечномъ ядрѣ не такъ думаютъ; кажется, надобно ему долетать до своей цѣли по прямой линѣѣ: и сіе думать заставляетъ то, что скорость впечатлѣваемая ему отъ толчка пороха безконечно болѣе, нежели происходящая отъ его тяжести; такъ что оно весьма мало опускается въ низъ въ сравненіи съ тѣмъ количествомъ, на которое оно летитъ въ доль. Но довольно примѣтить строеніе пушки, чтобы удостовѣриться, что ядро долетаетъ до цѣли подлинно движеніемъ сложнымъ. Ядро, какъ выше мы сказали, подвержено дѣйствію двухъ силъ; одна есть удареніе отъ зажженнаго пороха, а другая тяжесть ядра. Первая есть равномѣрная, а вторая возрастающая. Какъ скоро ядро вылетѣло

изъ

изъ пушки, то летитъ оно не только въ направленіи полученнаго имъ удара, но еще и спускается въ низъ, повинуяся дѣйствію тяжести своей, по которой можетъ оно упасть въ низъ на 15 футовъ въ первую секунду, на 45 во вторую и проч. (216). И такъ естьли бы пушка извнѣ была также цилиндричная, какъ ея внутренность; то линѣя прицѣливанія была бы параллельна съ направленіемъ, которое получаетъ ядро вылетая изъ пушки. А поелику ядро спускается въ низъ, какъ скоро вылетаетъ, то надлежало бы направлять пушку въ точку выше цѣли. Весьма бы трудно было вычислить въ точности, на сколько мѣрою поднять въ верьхъ пушку. Но какъ пушка внѣшній видъ имѣетъ конической и бываетъ толще у казенной части, нежели у дула, то по сему линѣя прицѣливанія AB (фиг. 17) и настоящее ядра направленіе DE перерѣзываютъ другъ друга на пути и дѣлаютъ въ C уголъ тѣмъ отверстѣе, чѣмъ болѣе разность между толщиною пушки у задней ея части и у дула. Такимъ образомъ, кто думаетъ нацѣлить ядро на B, тотъ нацѣлитъ въ самой вещи на E: и ежели разстояніе между E и B равно тому количеству, на ко-

которое спустится ядро вЂ низЂ во время его летѣнья, то оно попадетЂ точно вЂ цѣль, равно какЂ бы оно летѣло по линѣи совершенно прямой. Для сего должно стрѣлять вЂ надлежащемЂ разстояніи, чтобы ударение пороха было пропорціонально кЂ тяжести ядра; и чтобы уголЂ C, составленный изЂ линѣи прицѣливанія AB и подлиннаго направленія ядра DE, которое можно принять за продолженіе оси пушки, былЂ вЂ надлежащей пропорціи; то есть, чтобы точка E отдалена была отЂ точки B на 15 футовЂ на разстояніи 200 тоазовЂ, чрезЂ которое разстояніе ядро пролетаетЂ вЂ первую секунду. Тогда усиліемЂ тяжести спустится вЂ низЂ ядро на количество EB, и вЂ цѣль попадетЂ движеніемЂ точно сложнымЂ. Всякая вытекающая вода, не перпендикулярно кЂ горизонту, описываетЂ кривыя линѣи сего роду, которыя имѣютЂ большее или меньшее распространеніе, по разной скорости вытеканія, которое есть сила, совокупно сЂ тяжестію дѣйствующая на воду.

170. СимЂ можно изЂяснить такое явленіе, которое сЂ перваго взгляду покажется страннымЂ, ежели кто не раз-

 суж-

суждалъ о немъ. Оно состоитъ въ томъ, что матрозъ, которой упадаетъ съ верху мачты, когда корабль идетъ, падаетъ къ основанію мачты, а не въ море, хотя въ то мгновеніе, какъ онъ касается палубы, корабль уже весьма далеко отъ того мѣста, на которомъ онъ началъ падать. Сіе происходитъ отъ того, что онъ падаетъ не по вертикальной, а по кривой линѣѣ. Правда, что сія линѣя вертикальною кажется тому, кто на караблѣ; но находящіеся люди на берегу примѣтить могутъ ея кривизну; ибо то правда, что паденіе матроза будетъ параллельно къ мачтѣ, которая пряма; но разныя точки мачты, которымъ соотвѣтствуетъ въ паденіи своемъ матрозъ, будутъ выставлены одна далѣе другой въ направленіи горизонтальномъ и всѣ они составятъ послѣдовательно линѣю кривую, потому что паденіе происходитъ со скоростію возрастающею. Чтобы лучше уразумѣть сіе, положимъ, что M 6 мачта (фиг. 16); матрозъ находится въ M, 6 *f* путь, которой перейденъ будетъ кораблемъ въ то время, пока матрозъ падаетъ изъ M въ 6. Матрозъ имѣетъ движеніе горизонтальное, общее съ мачтою, коея скорость есть равномѣрная (57): какъ

какЪ скоро онЪ упадаетЪ съ мачты, то тяжесть его влечетЪ вЪ низЪ съ возрастающею скоростію (58). Когда онЪ паденіемЪ дошелЪ изЪ M вЪ 1, тогда точка мачты 1 будетЪ вЪ *a*; когда онЪ упадетЪ вЪ 2, тогда точка 2 будетЪ вЪ *b*; когда онЪ будетЪ вЪ 3, тогда точка 3 будетЪ вЪ *c* и проч. и такЪ при концѣ паденія точка 6 мачты и матросЪ придутЪ вЪ *f*: и онЪ упадетЪ по кривой линѣи M*abcdef*. ТакимЪ же образомЪ можно изЪяснять и всѣ прочіе случаи сходные съ симЪ.

171. ИзЪ всего сказаннаго нами слѣдуетЪ, что движеніе по кривой линѣѣ не можетЪ быть дѣйствіемЪ единой силы; но не довольно сего, что бы многія силы дѣйствовали; надобно еще, что бы они перемѣняли между собою отношенія, безЪ чего движеніе будетЪ происходить по прямой линѣѣ.

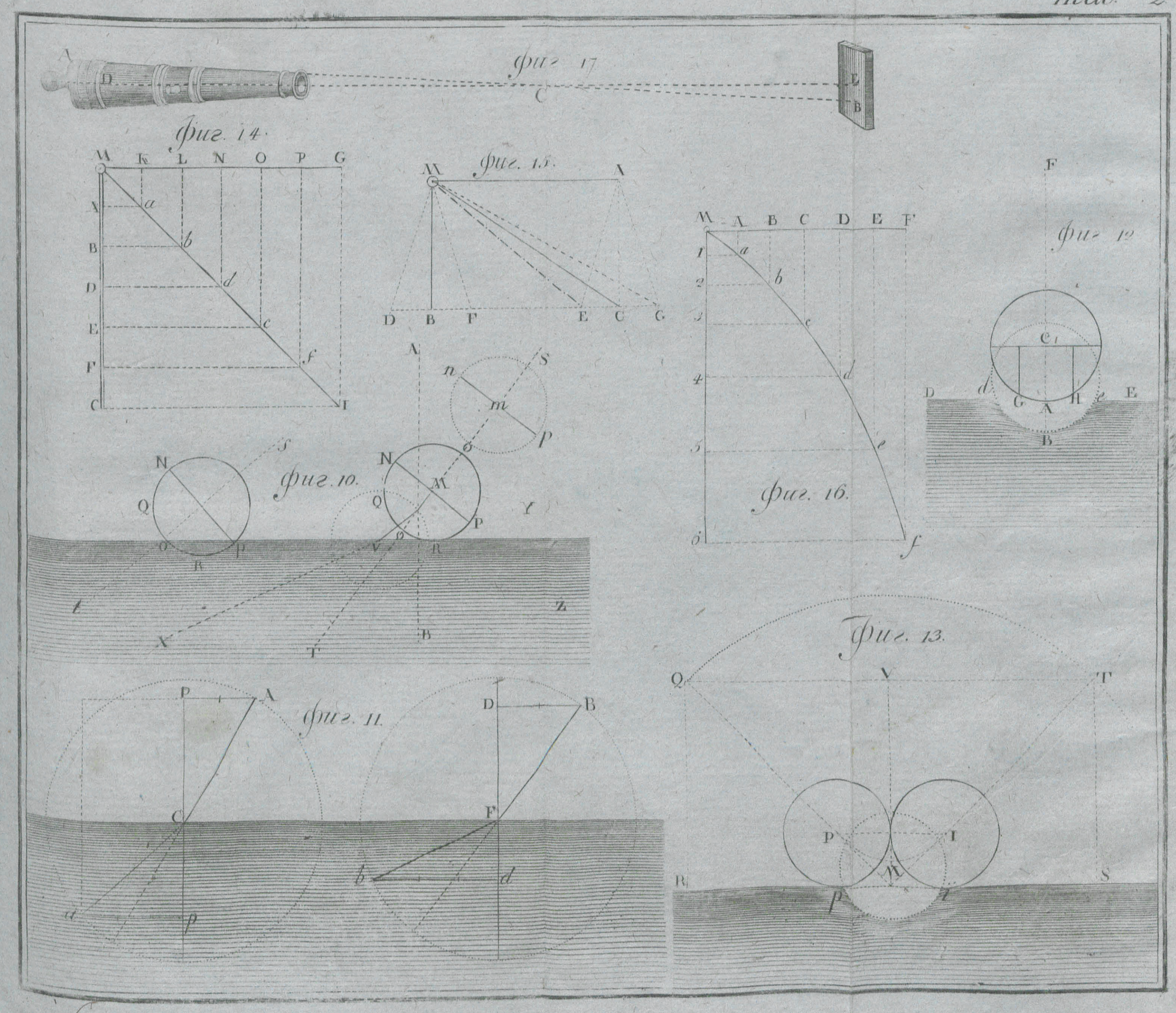


ГЛАВА V.

О Силахъ центральныхъ.

172. Все сказанное нами о движеніи и его законахЪ, доказываетЪ, что нѣтЪ такого движенія, которое бы естественнымЪ

образомъ направлено было по кривой линѣѣ. Тѣло, единождыы приведенное въ движенiе отъ единой причины, или отъ многихъ дѣйствующихъ вмѣстѣ, стремится, по силѣ перваго закона (74), пребывать въ семъ состоянiи; а сiе состоитъ въ перехожденiи отъ одного предѣла къ другому кратчайшимъ путемъ, который есть прямая линѣя. И такъ когда видимъ, что тѣло описываетъ кривую линѣю, то путь его должно представлять себѣ, какъ непрерывный рядъ движенiй по прямымъ линѣямъ, весьма короткимъ, коихъ направленiя частныя перемѣняются въ каждое мгновенiе, и составляютъ между собою углы весьма тупые, какъ выше показано (168). Мы видѣли, что сей рядъ движенiй по прямымъ линѣямъ не можетъ произойти отъ единой силы; даже и многiя силы не произведутъ оныхъ, ежели не перемѣняютъ непрестанно отношенiй между собою (171). Но сiи отношенiя могутъ перемѣняться не только въ разсужденiи напряженiя или степени силъ, какъ то мы видѣли; но также могутъ перемѣняться и въ разсужденiи направленiя силъ. Въ семъ послѣднемъ видѣ разсмотримъ движенiе по кривой линѣѣ.


Фиг. 17
Фиг. 14
Фиг. 15
Фиг. 16
Фиг. 12
Фиг. 10
Фиг. 11
Фиг. 13

173. Положимъ, что тѣло A (фиг. 18) понуждается къ движенію двумя силами AB, AC, которыхъ направленія составляютъ между собою уголъ прямой при точкѣ A, и изъ которыхъ сила первая, къ силѣ второй содержится какъ 3 къ 1. Движеніе сложное сихъ двухъ силъ начнется по *Ad* и продолжаться будетъ къ *l*, *m*, D, естьли ничего не перемѣнится въ силахъ: но ежели, по впечатлѣніи сего новаго направленія, сила находившаяся въ AC, перенесется въ *d*H, дѣлая еще прямой уголъ съ новымъ направленіемъ *d*D, какъ дѣлала оной сперва съ направленіемъ AB; то движеніе вновь сдѣлается сложнымъ, и тѣло пойдетъ изъ *d* въ *e*: естьли же тогда сила сія перенесется въ *e*I, составляя еще прямой уголъ съ *e*E; то тѣло движущееся пойдетъ изъ *e* въ *f*; ежели сіе такъ будетъ продолжаться, то тѣло переходить будетъ изъ *f* въ *g*, потомъ въ *h* и проч. такъ что сіи направленія продолжая перемѣняться такимъ образомъ, наконецъ придутъ къ точкѣ A сдѣлавъ цѣлой кругъ. Предполагаемое нами здѣсь не есть случай метафизической; сіе подлинно бываетъ въ движеніи пращи или инаго тѣла, которое на веревкѣ кругомъ вертятъ: ибо рука,

державая веревку, проходя чрезъ точки C, H, I, K и проч. чрезъ одну послѣ другой, принуждаетъ веревку проходить чрезъ положенія AC, dH, eI, fK и проч.; и какъ веревка остается всегда одинакой длины, то и представляетъ она силу, которая перемѣняетъ только свое положеніе. Ежели мы представимъ сіи начальныя линѣи Ad, de, ef, fg и проч. безконечно короткими, то рядъ ихъ составитъ кривую линѣю правильную; которая будетъ кругъ.

174. И такъ всякое тѣло кругомъ обращающееся, движется такимъ образомъ по дѣйствію двухъ силъ: ежели бы одна изъ нихъ перестала дѣйствовать, то тѣло перестало бы кругомъ обращаться; потому что одна бы сила только на него дѣйствовала, какъ на примѣръ, ежели бы веревка у пращи перервалась тогда, какъ находилась въ dH или въ eI, то камень полетѣлъ бы или по dD или по eE линѣямъ, которыя называются *Тангенсами*. И такъ всѣ тѣла, въ кругу обращающіяся, дѣлаютъ непрестанное усиліе, что бы не обращаться вкругъ; потому что, когдабъ стали свободными, то отлетѣли бы по тангенсу. Но стремиться отлетѣть по тангенсу, или дѣлать усиліе удалиться отъ центра, около котораго тѣ-

тѣло обращается, суть два такія выраженія, которыя можно почесть однознаменательными: ибо ежели тѣло A, пришедъ въ d, вмѣсто того, что бы итти потомъ изъ d въ e, станетъ продолжать свой путь изъ d въ l, въ m, въ D, то будетъ часъ отъ часу болѣе удаляться отъ пунктовъ I, K, и проч. и слѣдовательно отъ центра кругообращенія своего. И такъ всякое въ кругу обращающееся тѣло, какъ скоро начинаетъ обращаться, получаетъ отъ сего самаго стремленіе удаляться отъ центра кругообращенія своего; и ежели сіе стремленіе остается недѣйствительнымъ, то сіе происходитъ отъ того, что тѣло сіе удерживаемо или понуждаемо бываетъ къ центру силою противною.

175. Сіи двѣ силы, которыя производятъ движеніе по кривой линѣѣ и которыя непрестанно понуждаютъ тѣло, одна удаляться отъ центра, а другая приближаться къ оному, называются *силами центральными*; и что бы отличить одну отъ другой, первую называютъ *центробѣжною*, а другую *центростремительною*.

176. Сіи двѣ силы прямо противуположны другъ другу: ибо, хотя сила центробѣжная имѣетъ свое направленіе по

тангенсу BD (фиг. 19.), а направленіе силы центростремительной идетъ по полупоперешнику BC, которыя составляютъ уголъ прямой; однако извѣстно, что продолженный полупоперешникъ CA, обращаясь кругомъ, будетъ перерѣзываемъ отъ тангенса BD въ послѣдовательныхъ точкахъ E, F, D, которыя часъ отъ часу болѣе удаляются отъ центра C. И такъ тѣло, идущее по тангенсу, то же производитъ, какъ бы оно дѣйствительно шло по продолженному полупоперешнику. Кто желаетъ въ семъ удостовѣриться, пусть сдѣлаетъ слѣдующій опытъ. На одномъ концѣ деревянной палки C *g* (фиг. 20), которая бы могла обращаться другимъ концомъ около точки C, придѣлай небольшой фонарь квадратной *gad*, имѣющій стекла съ четырехъ сторонъ: положи на свободѣ посреди фонаря шарикъ стальной, и поверти палку; стекло *d* будетъ разбито. Естьли бы шарикъ *b* слѣдовалъ тангенсу *bf*, то разбилось бы стекло *a*: но поелику разбивается стекло *d*; слѣдовательно шаръ *b* идетъ по продолженной линѣѣ *be* полупоперешника C *g*; но какъ сей полупоперешникъ въ круговомъ обращеніи, въ продолженной своей линѣи *be* во всѣхъ сво-

своихъ точкахъ послѣдовательно перерѣзываемъ бываетъ тангенсомъ *b f*; слѣдовательно шаръ *b*, уходя по тангенсу *b f*, отлетаетъ дѣйствительно по продолженной линѣѣ *b e* отъ полупоперешника. Для сей причины веревка пращи остается натянутою, пока праща вертится въ кругу, потому что камень, стремяся тогда отлетѣть по продолженной линѣѣ отъ веревки, гнететъ на дно пращи. И такъ центробѣжная сила стремится удалить движущееся тѣло прямо отъ центра; а сила центростремительная стремится приближить оное къ центру прямо.

177. Планеты движутся сими двумя силами: ихъ центробѣжная сила, происходящая отъ кругообращательнаго движенія (174), стремится каждое мгновеніе удалять ихъ отъ центра движенія ихъ; а сила ихъ центростремительная, происходящая отъ всеобщаго тяготѣнія (194), стремится приближить ихъ къ оному. Изъ сихъ двухъ противуположныхъ силъ раждается движеніе сложное по кривой линѣѣ, по которой каждая планета описываетъ свою орбиту, которая есть кривая линѣя относительная къ свойству силъ оживляющихъ оную.

178. Центральныя силы имѣютъ мѣсто во всѣхъ веществахъ, твердыхъ или жидкихъ, когда движеніе ихъ происходитъ по кривой линѣѣ: то есть, что всѣ имѣютъ силу центростремительную, происходящую отъ ихъ тяготѣнія, и всѣ пріобрѣтаютъ силу центробѣжную, какъ скоро начинаютъ двигаться въ кривой линѣѣ (174). Въ семъ нѣтъ никакого изключенія. Оборачивай въ кругу какое нибудь тѣло твердое; ежели сила, удерживающая его или понуждающая къ центру движенія его, ослабѣетъ или перестанетъ дѣйствовать, то увидишь, что оно станетъ удаляться отъ центра. Также оборачивай вкругъ воду, увидишь въ ней тоже, даже въ направленіи противуположномъ направленію тяжести ея, только бы сила центробѣжная, пріобрѣтаемая ею чрезъ круговое движеніе, превозходила усиліе тяжести ея.

179. Изъ сего начала выведено составленіе машинъ, въ которыхъ употреблены разныя средства, чтобы обращать вкругъ воду и чрезъ то доставить ей центробѣжную такую силу, которою бы она удобно могла подниматься въ верхъ, не взирая на свою тяжесть. Таковыхъ машинъ великое число можно видѣть въ *Recueil des Machines*

de

de Ramelli, и въ *Recueil des Machines approuvées par l'Academie Royale des sciences Tom. VI. pag. 9 & suivantes.* На семъ же основаніи сдѣланы мѣха кузнечные. Смотри тамъ же *Tom. V. pag. 41.* решета, вѣяльницы и проч. для перечищиванія хлѣба и проч. Г. Десагюльеръ (*Trans. Phil. No 437.*) составилъ машины почти подобныя, основываясь на семъ же началѣ, для очищенія воздуха въ комнатѣ больнаго, въ мѣстахъ, которые дѣлаются вредными здоровью отъ великаго числа или дурнаго состоянія людей, наполняющихъ оныя: какъ въ театрахъ, госпиталяхъ и проч.

Теперь посмотримъ, какъ измѣряются силы центральныя.

180. Мѣра силы центростремительной тѣла кругообращающагося или количество, которымъ тѣло сіе, въ данное время, приближилось бы къ центру своего кругообращенія, когда бы сила центробѣжная перестала на него дѣйствовать, равняется квадрату части кривой линѣи, какую оно описываетъ въ то же время, раздѣленному на поперешникъ сей кривой линѣи; ибо *Гугеній* и *Невтонъ* доказали (*de vi centrifuga, Huygh. Opera, Tom. II. & Princip. Mathem. de la Philos. natur. Liv. I. Prop. 4. pag. 54*), что тѣло, которое въ кругу обращается, при-

бли-

ближится въ данное время къ центру сего круга единою своею центростремительною силою, на количество равное квадрату дуги, въ то же время имъ описываемой, раздѣленной на поперешникъ круга. Изъ чего слѣдуетъ, что сіе тѣло, по единой своей центростремительной силѣ, придетъ къ центру движенія своего въ меньшее время, нежели сколько ему потребно, чтобъ пройти $\frac{6}{70}$ своего круговаго пути.

181. Чтобы узнать, сколь велика сила центробѣжная, надлежитъ вниманіе имѣть на три вещи: 1е. на массу тѣла, кругомъ обращающагося; 2е. на разстояніе отъ центра обращенія его; 3е. на его скорость. Въ измѣреніи сей скорости двѣ вещи примѣчаются; 1е. величина обращенія; 2е. время употребленное на совершеніе онаго. Сіе то время называется *періодическимъ временемъ*; а обращеніе есть та кривая линѣя, которую описываетъ движущееся тѣло, начиная отъ точки, отъ которой двигается оно сперва и опять къ оной приходитъ, сдѣлавъ весь обходъ. Мѣра силы центробѣжной тѣла кругообращающагося опредѣляется произведеніемъ массы его умноженной на квадратъ его скорости, раздѣленной на разстояніе его отъ центра круго-

кругообращенія. Что можно изобразить слѣдующею формою, назвавъ F, силу центробѣжную сего тѣла; M, массу его; D, разстояніе его отъ центра кругообращенія; а V, его скорость. $F = \frac{MV^2}{D.}$

Ежели теперь захотимъ сравнить центробѣжныя силы двухъ тѣлъ, то назовемъ *f*, силу центробѣжную другаго тѣла; *m*, его массу; *d*, его разстояніе отъ центра кругообращенія его, а *v*, его скорость. Изъ приведеннаго теперь правила (181) можно выводить слѣдующія явленія.

182. 1е. *Силы центробѣжныя двухъ тѣлъ, движущихся съ тою же скоростію и въ равныхъ отъ центра разстояніяхъ, находятся между собою въ содержаніи массъ.* Что изобразить можно слѣдующимъ образомъ $F : f : : M : m$; то есть, что ежели одна изъ сихъ массъ въ двое болѣе другой, то сила центробѣжная сей массы будетъ въ двое болѣе силы другаго тѣла. Отъ чего можетъ случиться, что сила центростремительная одного тѣла быть можетъ слѣдствіемъ дѣйствія превышающей центробѣжной силы другаго тѣла. Тѣла, плавающія по водѣ, крутящейся въ кругу, имѣя массу меньшую, нежели вода, ну-

нудятся ею приближаться кЪ центру кругоаго ея обращенія. Судно вЪ такомЪ случаѣ подвергается опасности потонуть. Почему надобно убѣгать, сколько можно, подобныхЪ мѣстЪ.

183. 2е. *Силы центробѣжныя двухЪ тѣлЪ равныхЪ, которыя движутся во времена періодическія равныя, вЪ разныхЪ отЪ центра разстояніяхЪ, содержатся между собою какЪ сіи разстоянія.* Что изобразится слѣдующимЪ образомЪ: F : *f* : : D : *d.* то есть, что ежели одно разстояніе вЪ двое болѣе другаго, то тѣло движущееся вЪ семЪ двойномЪ разстояніи имѣетЪ скорость вЪ двое болѣе скорости другаго тѣла: произведеніе массы его, умноженной на квадратЪ скорости будетЪ вЪ четверо болѣе произведенія другаго, а дѣлитель будетЪ двойной: слѣдовательно частное число, которое показываетЪ мѣру силы центробѣжной, будетЪ двойное.

184. 3е. *Силы центробѣжныя двухЪ тѣлЪ, которыхЪ времена періодическія равны, и которыхЪ массы вЪ обратномЪ содержаніи разстояній ихЪ отЪ центра, суть равны между собою.* Что можно изобразить слѣдующимЪ образомЪ: F : *f* : : MD : *md.* Здѣсь масса простая имѣ-

имѣетъ скорость двойную, потому что находится въ двойномъ разстояніи: произведеніе ея на квадратъ скорости въ двое болѣе произведенія другой массы: но дѣлитель ея есть двойной; отъ чего и происходитъ равенство.

185. 4е. *Силы центробѣжныя двухъ равныхъ тѣлъ, движущихся въ равныхъ разстояніяхъ отъ центра съ разными скоростями, суть между собою въ содержаніи квадратовъ сихъ скоростей.* Что изобразится слѣдующимъ образомъ: $F : f :: V^2 \; v^2$. Здѣсь все равное съ обѣихъ сторонъ, кромѣ скоростей, коихъ квадраты суть множители; силы центробѣжныя должны содержаться, какъ квадраты скоростей.

186. 5е. *Силы центробѣжныя двухъ тѣлъ неравныхъ, движущихся въ равныхъ разстояніяхъ отъ центра съ неравными скоростями, содержатся между собою какъ произведенія ихъ массъ, умноженныхъ на квадратъ ихъ скорости.* Что изобразить можно буквами $F : f : MV^2 : mv^2$. Поелику здѣсь дѣлители равны, то силы должны содержаться между собою, какъ произведенія ихъ массъ, умноженныхъ на квадратъ ихъ скоростей, прежде раздѣленія ихъ на разстояніе отъ центра.

187. 6 е. *Центробѣжныя силы двухъ тѣлъ равныхъ, движущихся съ равными скоростями въ разныхъ разстояніяхъ отъ центра, суть между собою въ обратномъ содержаніи сихъ разстояній отъ центра*; то есть, что сія сила болѣе бываетъ въ тѣлѣ, кругомъ обращающемся въ меньшемъ разстояніи отъ центра. Что изображается въ буквахъ: F : f : : d : D. Поелику здѣсь все равно съ обѣихъ сторонъ, выключая дѣлителей; то явствуетъ, что чѣмъ дѣлитель болѣе, тѣмъ частное число менѣе: и такъ силы центробѣжныя, изображенныя въ частныхъ числахъ, должны быть въ обратномъ содержаніи сихъ дѣлителей, которыя суть разстоянія отъ центра.

188. 7 е. *Силы центробѣжныя двухъ тѣлъ неравныхъ, движущихся съ равными скоростями въ разныхъ отъ центра разстояніяхъ, содержатся между собою, какъ массы сихъ тѣлъ, умноженныя взаимно на разстоянія отъ центра*; то есть, чтобы сыскать сіе содержаніе, помножаютъ массу одного тѣла на разстояніе отъ центра другаго: *и на оборотъ*. Что изображается въ буквахъ, F : f : : M *d* : *m* D. Поелику скорости съ обѣихъ

сторонѣ равны, то явствуетъ, что массы содержатся между собою, какъ произведенія сихъ массъ, умноженныхъ на квадратъ ихъ скорости: и такъ все равно, раздѣлить ли сіи произведенія, или просто массы, на ихъ разстояніе отъ центра, или умножить массу одного тѣла на разстояніе другаго тѣла.

189. 8е. *Цетробѣжныя силы двухъ тѣлъ неравныхъ, движущихся со скоростями неравными въ разныхъ разстояніяхъ отъ центра, содержатся между собою какъ произведенія массъ сихъ тѣлъ, умноженныхъ на квадраты ихъ скоростей собственныхъ, умноженныхъ на разстоянія отъ центра взаимныя*: то есть, чтобъ имѣть сіе содержаніе, сыскивается произведеніе массы одного тѣла, умноженной на квадратъ собственной его скорости и сіе произведеніе умножается на разстояніе отъ центра другаго тѣла, вмѣсто того чтобы дѣлить на собственное его разстояніе; *и на оборотъ*. Что изображается сею формулою. $F : f :: MV^2 d : mv^2 D$. Легко удостовѣриться, сыскавъ мѣру силы центробѣжной каждаго тѣла, по правилу выше показанному (181), что все равно, или раздѣлить сіи произведенія каждое на соб-

ственное разстояніе тѣла отъ центра, или умножить оныя на разстоянія взаимныя.

190. Ежели силы центральныя одного тѣла состоятъ въ равновѣсіи, то есть, ежели сила центростремительная дѣлаетъ равновѣсіе съ силою центробѣжною; то сіе тѣло будетъ продолжать свое крутообращеніе, не приближаяся и не удаляяся отъ центра, и опишетъ кругъ.

191. Но ежели отношенія оныхъ силъ перемѣнятся: ежели, на примѣръ, одна изъ нихъ сдѣлается больше или слабѣе прежняго, а другая останется таже; то тѣло опишетъ кривую линѣю, сообразную свойству перемѣнъ сихъ отношеній.

192. Ежели сіи отношенія, единожды перемѣненныя, паки возстановляются при концѣ обращенія; то кривая линѣя, описываемая движущимся тѣломъ, будетъ возвращающаяся на себя, на примѣръ, еллипсисъ.

193. Но ежели сіи содержанія не возстановляются; ежели, на примѣръ, сила центростремительная непрерывно умаляется; то кривая линѣя не будетъ возвращающаяся на себя: движущееся тѣло, удаляяся отъ центра своего движенія, опишетъ спи-

спиральную линѣю, больше или меньше правильную, сообразно уменьшенію сея центростремительныя силы.

ГЛАВА VI.

О Тяготѣніи тѣлъ.

194. Имя *Тяготѣнія* дано той силѣ, которою всѣ тѣла стремятся другъ ко другу. Сила сія названа также и *Притяженіемъ*. Всѣ тѣла въ Натурѣ такъ между собою дѣйствуютъ, какъ бы взаимно притягали другъ друга, или какъ бы толкаемы были другъ къ другу внѣшнею силою: и сія сила, какая бы ни была она, кажется, дѣйствуетъ въ прямомъ содержаніи массъ и обратномъ содержаніи квадрата разстоянія. Но въ самомъ дѣлѣ тѣла привлекаютъ ли другъ друга, или бываютъ ли устремляемы другъ къ другу внѣшнею силою, совершенно не извѣстно. Сіе внѣшнее понужденіе только предполагаемо было и никогда не было доказано. Притяженіе существующее въ тѣлахъ, такъ какъ бы они дѣйствовали внѣ самихъ себя и безъ посредства, есть не удобопонятно. Самъ *Невтонъ* никогда не выда-

валъ притяженія за физическую причину тяготѣнія тѣлъ; онъ употребилъ сіе слово для означенія видимаго дѣйствія, а не для показанія причины онаго, какъ онъ самъ говоритъ въ своихъ *Princ. Mathém. de la Philos. nat. pag.* 7 *edition de Paris*, 1759. Вотъ его слова: „Въ прочемъ я принимаю здѣсь въ „одномъ смыслѣ притяженія и внѣшнія по„нужденія ускоряющія и движущія, и безъ „разбору употребляю слова: *понужденіе*, „*притяженіе* и *наклонность* какую либо „къ центру: ибо я принимаю въ разсуж„деніе сіи силы математически, а не физи„чески; и такъ читатель не долженъ ду„мать, что я хочу означить сими слова„ми нѣкоторой родъ дѣйствія или причины „физической; и что, говоря о центрахъ, „что они притягиваютъ, или о ихъ силахъ, „хочу приписать какую дѣйствительную „физическую силу симъ центрамъ, ко„торые я принимаю только за математи„ческія точки.„ Изъ сего слѣдуетъ, что мы не знаемъ еще, какая есть причина физическая тяготѣнія, хотя и многія системы выдуманы для изъясненія оной. Нѣтъ ни одной изъ сихъ системъ, которая бы была доказательна, и противъ которой не льзя было бы сдѣлать возраженій,

на

на которыя не возможно отвѣтствовать. Для сего не почитаю за нужное здѣсь предлагать оныя; сіе разпространило бы сію главу не подавъ большаго объясненія. Ежели читатель любопытенъ узнать оныя, то найдетъ ихъ въ слѣдующихъ сочиненіяхъ: систему *Гассендія* въ *Essai de Physique de Musschenbrock*, *Tom. I*: систему *Декартову* въ его *Principes*; *Демоліерову*, въ его *Leçons de Physique* и въ *Principes du Systeme des petits Tourbillons*, *par Mr. de Launay*, *chap.* X; *Билфингерову* въ диссертаціи подъ названіемъ, *de Causa Gravitatis*: *Гугеніеву* въ началѣ перваго тома его сочиненій подъ титуломъ: *de Causa Gravitatis*; *Вариньонову* въ его *Conjectures sur la Pesanteur*, 1691; *Перрольтову* въ первомъ томѣ его *Oeuvres de Physique*; *Виллемотову* въ его *nouvelle Explication du Mouvement des Planètes*; *Бернулліеву* въ его, *nouvelle Physique celéste* *Tom. III.* его сочиненій; и *Невтонову* въ его *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*; и въ его *Traité d'Optique*.

195. Можно бы сказать, что тяготѣніе есть тоже, что и тяжесть: однако разность есть сія, что *Тяжесть* говорится только о частной силѣ, по которой подлунныя тѣла стремятся къ землѣ, а *Тяготѣ-*

тѣніе говорится о силѣ, по которой всякое тѣло стремится къ другому. Ибо главное положеніе *Невтоновой* системы есть сіе, что тяготѣніе есть всеобщее свойство матеріи: не токмо тѣло стремится къ другому, но и части того же тѣла стремятся однѣ къ другимъ, что можетъ доказано быть многими явленіями. Мы упомянемъ здѣсь о самыхъ простыхъ и самыхъ общихъ: на примѣръ, сферическая фигура капель воды происходитъ большею частію отъ сея силы: по сей же причинѣ два шарика ртутные соединяются и сливаются въ одинъ, какъ скоро коснутся другъ друга или близко другъ съ другомъ сойдутся. Что касается до точнаго закона сего притяженія, то оный еще не опредѣленъ; все что извѣстно, есть то, что при удаленіи отъ точки прикосновенія притяженіе уменьшается болѣе, нежели въ содержаніи квадрата разстоянія; и что слѣдовательно оное имѣетъ иной законъ, нежели какой имѣетъ тяготѣніе. Естьли бы, подобно тяготѣнію, сила сія слѣдовала закону обратнаго содержанія квадрата разстоянія, то не болѣе бы она была въ точкѣ прикосновенія, какъ и въ близости къ сей точкѣ: ибо *Невтонъ* дока-

казалъ въ его *Principes Mathématiques*, что, ежели притяженіе тѣла въ обратномъ содержаніи квадрата разстоянія, то сіе притяженіе есть опредѣленное въ точкѣ прикосновенія; и потому оно не болѣе въ точкѣ прикосновенія, какъ и въ маломъ разстояніи отъ сея точки. На противъ, когда притяженіе умаляется болѣе нежели въ содержаніи квадрата разстоянія, на примѣръ, въ содержаніи куба, или другой степени больше квадрата; тогда, по доказательствамъ *Невтоновымъ*, притяженіе въ точкѣ прикосновенія есть неограниченное, а въ весьма маломъ разстояніи отъ сей точки ограниченное. По всѣмъ опытамъ извѣстно, что притяженіе, которое весьма велико въ точкѣ прикосновенія, бываетъ почти не чувствительно въ малѣйшемъ отъ сей точки разстояніи. Изъ чего слѣдуетъ, что притяженіе, о которомъ здѣсь говоримъ, умаляется въ содержаніи степени, которая больше квадрата разстоянія. Но опытъ еще не показалъ, въ содержаніи ли куба, или другой вышшей степени бываетъ уменьшеніе сея силы.

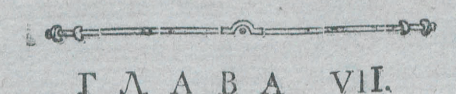
196. Всѣ согласны въ томъ, что всякое движеніе естественнымъ образомъ есть прямолинѣйное; тѣла, описывающія движе-

 ніемъ

ніемЪ своимЪ кривыя линѣи, должны быть кЪ оному принуждаемы какою нибудь силою дѣйствующею на нихЪ непрерывно. ИзЪ чего слѣдуетЪ, что поелику планеты движутся вЪ орбитахЪ криволинѣйныхЪ, то есть нѣкоторая сила, которой дѣйствіе непрерывное и постоянное не допускаетЪ ихЪ выступить изЪ своей орбиты и описывать линѣи прямыя, стремяся ихЪ приближать кЪ центру обращенія ихЪ (177): сей-то силѣ, какая бы ни была ея причина, дано имя *тяготѣнія*. ВЪ самой вещи планеты не могли бы продолжать описывать орбиты, естьли бы не было нѣкоторой силы, которая бы удерживала ихЪ, или гнала кЪ центру обращенія ихЪ (174): и такЪ сія сила, названная *тяготѣніемЪ*, существуетЪ дѣйствительно; и хотя мы незнаемЪ ея причины, но тѣмЪ не менѣе должны ее допустить.

197. И такЪ изЪ сего заключимЪ, что планеты удерживаются вЪ ихЪ орбитахЪ силою непрерывно на нихЪ дѣйствующею; что сія сила имѣетЪ направленіе кЪ центру сихЪ орбитЪ; что дѣйствительность сея силы увеличивается по мѣрѣ приближенія планеты кЪ центру, и что уменьшается оная по мѣрѣ удаленія планеты отЪ центра;

тра; что увеличивается оная вЪ такой пропорціи, вЪ какой квадратЪ разстоянія уменьшается, и что уменьшается она, какЪ квадратЪ разстоянія увеличивается.



ГЛАВА VII.

О Тяжести тѣлЪ.

198. *Тяжестію* называется та сила, по которой всѣ подлунныя тѣла постоянно стремятся сЪ вышняго мѣста на нижнее, когда ничто не противится ихЪ паденію, или когда препятствія не довольно сильны остановить ихЪ: словомЪ, *тяжестію* называется сила, которою тѣла стремятся низходить по перпендикулярной линѣѣ на соотвѣтствующую имЪ точку поверхности земной; а ежели не низходятЪ по сей линѣѣ, то ради какого нибудь противящагося имЪ препятствія.

199. Кажется, что сія сила, нудящая тѣла низпадать, есть слѣдствіе всеобщаго тяготѣнія примѣчаемаго вЪ натурѣ (194). Но какЪ подлинно не узнано, какая есть физическая причина сего тяготѣнія, то неизвѣстна также причина и тяжести. Всѣ системы, выдуманныя Физиками для обЪяс-

нения ея, могутъ быть помѣщены въ трехъ классахъ. Одни почитаютъ тяжесть за качество тѣлъ неотдѣльное и первобытное, за всеобщій законъ Натуры, который не можетъ имѣть иной причины, кромѣ единой воли Создателя. Надобно признаться, что такимъ образомъ отдаляются всѣ затрудненія; но не надобно же думать, что чрезъ сіе физически изъясняется причина тяжести. Другіе утверждаютъ, что тяжесть есть дѣйствіе, происходящее отъ понуждающей извнѣ нѣкоторой весьма тонкой и невидимой матеріи. Но какаяжъ сія матерія? Какъ она дѣйствуетъ? и для чего гнететъ тѣла въ перпендикулярномъ токмо направленіи къ горизонту? На сіе дать обьясненіе совершенное не возможно, и сдѣланныя возраженія не могли быть рѣшены. Кто любопытенъ самъ судить о сихъ системахъ, тотъ найдетъ оныя въ сочиненіяхъ выше сего нами приведенныхъ (194); и увидитъ, что ни одна изъ нихъ не представляетъ удовлетворительнаго и вразумительнаго изъясненія физической причины тяжести. Другіе наконецъ говорятъ, что тяжесть есть токмо частной примѣръ взаимнаго между тѣлами притяженія. Но сіе дѣйствованіе

тѣлъ

тѣлъ другъ на друга, какъ бы внѣ самихъ себя, безъ посредства дѣйствующихъ на великія разстоянія, весьма трудно понять. Декартъ чаялъ, что можетъ изъяснить паденіе тѣлъ силами центральными. Но ежели бы его идея была правильна, то тѣла стремились бы не къ центру земли, а къ оси ея; что противно опыту. И такъ мы не имѣемъ доселѣ никакого удовлетворительнаго изъясненія физической причины тяжести. Почему оставимъ причину, а прилѣпимся къ познанію ея дѣйствій; сіе удовлетворительнѣе и вмѣстѣ полезнѣе для насъ будетъ.

Часто случается, что тяжесть одна дѣйствуетъ на тѣла: тогда падаютъ они сходственно законамъ, которые вскорѣ покажемъ. Иногда же тяжесть дѣйствуетъ на тѣла совокупно съ какою нибудь иною силою; отъ чего происходитъ движеніе сложное. Мы будемъ разсуждать особливо о каждомъ изъ сихъ двухъ случаевъ. Разсмотримъ 1е. тѣ явленія, въ которыхъ тяжесть едина дѣйствуетъ на тѣла: 2е. тѣ, въ которыхъ движеніе бываетъ сложное изъ тяжести и изъ другой какой силы.

Яв-

Явленія, въ которыхъ одна Тяжесть дѣйствуетъ на тѣла.

200. Не должно смѣшивать сіи два слова, *тяжесть* и *вѣсъ*: они изображаютъ двѣ весьма разныя вещи. Тяжесть тѣла есть сила понуждающая оное низпадать; а вѣсъ его, есть сумма частей тяжелыхъ содержащихся въ немъ. Тяжесть принадлежитъ равно всѣмъ частямъ того же тѣла: сила сія не увеличивается, ни уменьшается отъ ихъ соединенія или раздѣленія; но вѣсъ тѣла перемѣняется, какъ количество матеріи, изъ котораго оный составленъ. И такъ можно сказать, что малое тѣло, хотя меньше имѣетъ вѣсу, нежели большое, но столько же имѣетъ тяжести, какъ и сіе; ибо и то и другое стремятся съ верьху въ низъ съ тою же скоростію.

201. Въ тяжести должно разсматривать то же, что во всѣхъ другихъ силахъ, а именно; 1е. направленіе: 2е. напряженіе, то есть мѣру, или количество дѣйствія ея на тѣла.

202. Направленіе ея всегда перпендикулярно къ горизонту. Изображается еще сіе направленіе стремленіемъ къ центру зем-

земли; что было бы конечно то же, естьли бы земля была сферичная; ибо тогда всякая линѣя, перпендикулярная къ ея горизонту, была бы продолженіемъ полупоперешника ея. Но какъ земля есть сфероида, сплющенная у полюсовъ; то перпендикулярныя къ поверхности ея линѣи не всѣ оканчиваются въ центрѣ, но въ разныхъ точкахъ составляющихъ нѣкоторое пространство около центра. Но поелику сіе пространство весьма мало, то можно, безъ чувствительной погрѣшности, почитать центръ земли центромъ тяжелыхъ тѣлъ.

203. Въ разсужденіи напряженія тяжести или мѣры дѣйствія ея, многія надлежитъ разсмотрѣть и рѣшить вопросы. Надобно знать: 1е. во всѣхъ ли тѣлахъ сіе дѣйствіе одинакое, то есть, съ одинакою ли скоростію устремляетъ оно всѣ тѣла въ низъ: 2е. во всѣхъ ли временахъ мѣра сего дѣйствія одинакая; 3е. во всѣхъ ли мѣстахъ оная одинакая: 4е. не бываетъ ли сіе дѣйствіе разно въ томъ же тѣлѣ; 5е. въ случаѣ разнствованія его, умножается или уменьшается оное; 6е. въ томъ и въ другомъ случаѣ какъ дѣлается его приращеніе или уменьшеніе.

204. Опытъ показываетъ намъ только, около какой мѣры пространство перебѣгаемо бываетъ тѣломъ силою его тяжести въ данное время; потому что сему тѣлу надобно преодолѣвать препятствія, неразлучныя съ естественнымъ состояніемъ вещей, какъ всякому тѣлу, повинующемуся какой либо силѣ, встрѣчаются оныя (75). Сопротивленіе жидкихъ веществъ, въ коихъ тѣло падаетъ, которыя разнствуютъ по ихъ густотамъ (76); фигура падающаго тѣла (79, 80, и 81); содержаніе массы его къ его величинѣ или густота его (24); часть вѣсу теряемаго имъ въ воздухѣ (321); все сіе препятствуетъ узнать въ точности начальную мѣру дѣйствія тяжести на тѣла. Извѣстно только, что въ Парижѣ, на примѣръ, или въ окрестностяхъ его, тѣло имѣющее небольшую величину, а много массы, на примѣръ, свинцовая пуля пробѣгаетъ на свободномъ воздухѣ около 15 футовъ Французскихъ въ первую секунду его паденія. Мы увидимъ послѣ для чего всѣ сіи обстоятельства упомянуты.

205. 1е. Во всѣхъ ли тѣлахъ мѣра дѣйствія тяжести одинакая? Долгое время вѣрили, что тяжесть и вѣсъ суть синонимы, и что тѣла тѣмъ большее стремленіе

ленiе имѣютъ падать, чѣмъ болѣе ихъ масса. Сiе было вѣроятно: въ самомъ дѣлѣ примѣчаемо было всегда, какъ и нынѣ примѣчается, что тѣло не весьма густое, на примѣръ перо, падаетъ не такъ скоро, какъ тѣло болѣе густое, на примѣръ камень. Но большее или меньшее дѣйствiе не рѣшитъ вопроса, когда оно не пропорцiонально къ подозрѣваемой причинѣ. *Галилей* первый вымѣрялъ сiе *меньшее* дѣйствiе; и нашедъ, что оно не соотвѣтствуетъ разности вѣса, вздумалъ, что тяжесть дѣйствуетъ съ равною силою и на перо и на камень; а что разность въ паденiи ихъ происходитъ единственно отъ сопротивленiя воздуха, которое ощутительнѣе оказывается на тѣлѣ имѣющемъ меньшую массу (207). Сiе разсужденiе было весьма основательно, и справедливость онаго видимъ, пуская въ низъ падать тѣла въ мѣстѣ пустомъ; тутъ, какiя бы они ни были, всѣ падаютъ съ одинакою скоростiю. И такъ мѣра дѣйствiя тяжести есть одинакая во всѣхъ тѣлахъ. Воздуха сопротивленiе есть причиною разности ихъ паденiя.

206. Разность сiю можно вычислить и причину ея узнать. Количество движенiя тѣлъ

тѣлъ измѣряется массою ихъ и скоростію (63). Ежели примемъ теперь, какъ и въ самомъ дѣлѣ должны принять, тяжесть за такую силу, которая впечатлѣваетъ скорость общую и равную всѣмъ тѣламъ; то количества движенія двухъ тѣлъ, начинающихъ упадать, будутъ разнствовать между собою токмо массою; и оныя должны быть къ ней пропорціональны. Положимъ, что свинцовой шаръ вѣситъ 24 унціи, а деревянной шаръ такого же поперешника вѣситъ 2 унціи: поелику начальныя ихъ скорости равны, то количества движенія ихъ въ первое мгновеніе паденія будутъ въ содержаніи ихъ массъ, то есть 24 въ свинцовомъ и 2 въ деревянномъ шарѣ. Положимъ теперь, что во время ихъ паденія сопротивленіе воздуха (которое равно для обоихъ тѣлъ, потому что они имѣютъ одинакую величину и фигуру), отнимаетъ у каждаго по одной степени движенія; то свинецъ потеряетъ только $\frac{1}{24}$ того, что имѣлъ, а дерево потеряетъ половину. И такъ умедленіе гораздо большее будетъ въ деревѣ, нежели въ свинцѣ, хотя оба сіи дѣйствія происходятъ отъ одинакой причины. Для сего тѣла въ мѣстѣ, наполненномъ жидкою мате-

теріею тѣмъ медленнѣе падаютъ, чѣмъ менѣе ихъ масса; а въ пустомъ всѣ они падали бы съ равною скоростію.

207. Дѣланы были опыты на большой высотѣ надъ паденіемъ тѣлъ въ Италіи, Франціи, Англіи, Германіи, доказывающіе то, что мы теперь утверждаемъ. Но съ большею выгодою предъ всѣми дѣлалъ сіи опыты *Дезагюліеръ* на башнѣ Святаго Павла въ Лондонѣ, которая вышиною въ 272 фута Аглин. которые равняются 255 футамъ Франц. Онъ пускалъ съ сей вышины два шара въ $5\frac{1}{2}$ дюймовъ въ поперешникѣ, изъ которыхъ одинъ былъ вѣсомъ въ 2610 грановъ, а другой только въ 137[1] грановъ. Слѣдовательно массы были въ содержаніи почти 19 къ 1. Паденіе тяжелаго тѣла совершилось въ $6\frac{1}{2}$ секундъ; другаго же паденіе продолжалось почти 19 секундъ. И такъ 1е. скорость паденія не пропорціональна къ массѣ; ибо когда легкій шаръ употребилъ на свое паденіе 19 секундъ, то тяжелый долженъ бы былъ упасть въ 1 секунду, а онъ упалъ въ $6\frac{1}{2}$. Слѣдовательно 2е. тѣла падаютъ въ наполненномъ воздухомъ мѣстѣ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ менѣе ихъ масса: ибо шаръ употребившій на паденіе

съ высоты 255 футовъ Французскихъ, $6\frac{1}{2}$ секундъ, долженъ бы былъ, по законамъ ускоренія, которыя послѣ докажемъ (216), перейти въ пустотѣ въ сіе время $633\frac{3}{4}$ фута; и такъ $378\frac{3}{4}$ фута отнято у него чрезъ сопротивленіе воздуха; а шаръ употребившій въ наполненномъ воздуха мѣстѣ 19 секундъ на перебѣжаніе 255 футовъ, долженъ бы въ пустотѣ въ то же время перелетѣть $1353\frac{3}{4}$ футовъ: и такъ чрезъ оное же сопротивленіе воздуха отнято у него $1098\frac{3}{4}$ фута. Слѣдовательно симъ сопротивленіемъ воздуха тѣмъ болѣе задерживается паденіе тѣлъ, чѣмъ менѣе ихъ масса (205). *Невтонъ* сіе подтвердилъ чрезъ качаніе шаровъ, висящихъ на ниткахъ, которымъ поперешники и вѣсъ далъ въ разныхъ содержаніяхъ. Мы покажемъ, что сіи качанія (258) суть слѣдствія тяжести. И такъ ежели два шара, имѣющіе одинакой поперешникъ и вѣсъ, повѣшенные на ниткахъ равной длины, дѣлаютъ въ томъ же воздухѣ качанія подобныя въ размахѣ и продолженіи времени; то видно изъ сего, что въ нихъ одинакія тяжести; и не должно иначе думать и тогда, когда разность, происходящая отъ уменшенія или увеличенія вѣсу, не сходна съ содержаніемъ массъ.

208. На семъ основаніи легко изъяснить, для чего таже матерія медленяѣе падаетъ, по мѣрѣ какъ она раздробляется на части: на примѣръ, полѣно превращенное въ щепы гораздо медленнѣе падаетъ, нежели цѣлое. Чрезъ раздробленіе получаетъ оно болѣе поверхности, и тѣмъ подвергается большему на себя дѣйствованію сопротивляющагося воздуха, которой для сего и причиняетъ ему больше замедленія въ паденіи. Безъ сего сопротивленія воздуха, останавливающаго и раздробляющаго тѣла, коихъ части малое между собою имѣютъ сцѣпленіе, паденіе кружки воды столь же было бы опасно, какъ и паденіе льдины, или камня того же вѣсу. Для сей-то причины градъ падаетъ на землю быстрѣе дождя, и болѣе причиняетъ вреда на поляхъ; безъ сего сопротивленія воздуха, умаляющаго стремленіе падающихъ тѣлъ, малѣйшая градинка крайнею скоростію своего паденія могла бы убивать людей и животныхъ.

209. 2е. Мѣра дѣйствія тяжести есть одинакая во всѣхъ временахъ; ибо тѣла падаютъ и нынѣ, какъ падали за нѣсколько тысячь лѣтъ; и такъ въ семъ никакой нѣтъ перемѣны.

210. 3е. Одинакая ли мѣра дѣйствія тяжести во всѣхъ мѣстахъ? Почитая за центръ тяжелыхъ тѣлъ центръ земли, подозрѣвали прежде, что въ разныхъ отъ онаго разстояніяхъ напряженіе или мѣра дѣйствія тяжести не одинакая; что тѣмъ съ меньшею силою она дѣйствуетъ на тѣла, чѣмъ отдаленнѣе они отъ центра земли. Желая опытомъ узнать, основательно ли сіе подозрѣніе, испытывали паденіе тѣлъ на величайшихъ высотахъ и въ величайшихъ глубинахъ, до какихъ можно было достигнуть: но какъ не найдено было въ сихъ паденіяхъ никакой примѣтной разности, то испытатели почли напряженіе тяжести единообразнымъ во всѣхъ сихъ разстояніяхъ, пока не имѣли причинъ вѣрить противному. *Невтонъ* подалъ намъ сіи причины. Онъ не токмо увѣряетъ, что тяжесть тѣмъ менѣе дѣйствуетъ на тѣла, чѣмъ оныя отдаленнѣе отъ центра земли: но сверьхъ сего даетъ правила къ измѣренію сего уменшенія. Онъ говоритъ, и притомъ такъ, что заставляетъ себѣ вѣрить, что луна, ежелибъ оставлена была ея центростремительной силѣ, то спустилась бы къ землѣ пролетѣвъ около 15 футовъ и 1 дюйма въ

въ первую минуту своего паденія. Такое пространство перебѣгаютъ тѣла, находящіяся на поверхности земли, по силѣ ихъ тяжести, въ первую секунду ихъ паденія (204): и естьли бы они падали свободно въ теченіе 1 минуты; то, когда не принимать въ щетъ сопротивленія воздуха, пролетѣли бы они, ради ускоренія паденія своего, о которомъ ускореніи будемъ вскорѣ говорить (216), 3600 кратъ сіе пространство. И такъ тѣло, которое бы падало съ луны на землю, падало бы въ 3600 кратъ медленнѣе. Но луна почти въ 60 кратъ болѣе удалена отъ центра земли, нежели сколько тѣла на поверхности земли находящіяся удалены отъ онаго же центра (1871): а 3600 есть квадратъ 60. Изъ чего и должно заключить съ *Невтономъ*, что дѣйствіе тяжести на тѣла уменшается такъ, какъ квадратъ разстоянія увеличивается. Доказательствъ сего положенія должно искать въ самыхъ сочиненіяхъ *Невтона*; доказательствъ основанныхъ на неложныхъ свѣдѣніяхъ (смотри его *Principes Mathematiques de la Philosophie naturelle*, *Tom. II*, *Propos. IV*, *pag. 13 edit. de Paris* 1759). Вотъ какимъ образомъ можно заключенія дѣлать о количествѣ дѣйствія тя-

тяжести на тѣла на высотѣ луны, по количеству того же дѣйствія на тѣла, находящіяся на поверхности земли, предполагая съ *Невтономъ* (что болѣе, нежели токмо вѣроятно), что центростремительная сила луны таже, что и тѣлъ земныхъ. Положимъ, что T (фиг. 21) представляетъ землю: L, луну; LABC, орбиту сей планеты. Извѣстно, что луну обращаютъ вкругъ земли двѣ силы, дѣйствующія на нее въ одно время (174); одна сила ея центростремительная, которая толкаетъ или влечетъ ее къ землѣ въ направленіи полупоперешника LT ея орбиты: а другая сила ея центробѣжная, происходящая отъ кругоВаго ея движенія (177), которая гонитъ ее по тангенсу LF. Извѣстно сверхъ того, какъ выше мы сказали (166), что когда тѣло въ тоже время повинуется двумъ силамъ какъ LD, LE, то содержаніе сихъ силъ узнается по діагоналу LC описываемому симъ тѣломъ. Положимъ, что LC есть орбиты лунной дуга́, которую сія планета перебѣгаетъ въ одну минуту; явствуетъ, что обращенный синусъ LD сея дуги представляетъ то количество, которымъ бы луна низпустилась къ землѣ T, когда бы влекома была единою центростремительною

сво-

своею силою. Но въ разсужденіи разстоянія луны отъ земли и средней ея скорости, LD, по исчисленію *Невтонову*, будетъ въ 15 футовъ 1 дюймъ и $1\frac{4}{9}$ линіи. И такъ сіе будетъ почти то пространство, которое луна перешла бы въ одну минуту силою своея тяжести: ибо луна, по своей центробѣжной силѣ, должна приближиться къ землѣ на количество равное квадрату дуги, ею описываемой, раздѣленному на поперешникъ ея орбиты. Дуга, описываемая луною, среднимъ ея движеніемъ, въ одну минуту есть въ - 30825 тоазовъ. Квадратъ ея будетъ - 950180625, который раздѣленъ будучи на поперешникъ орбиты 385895490 дастъ частное число - 2, тоаз. 46. равняющіеся 14 футамъ 9 дюймамъ $1\frac{1}{2}$ линѣямъ Французскимъ.

Слѣдовательно напряженіе силы тяжести, дѣйствующей на тѣла, есть разное въ разныхъ разстояніяхъ отъ центра земли, и уменшается такъ, какъ квадратъ разстоянія увеличивается.

211. Мы не имѣемъ довольно великихъ возвышеній, что бы опытомъ подтвердить сію теорію прямаго паденія тѣлъ: но Гг.

 Бу-

Бугеръ и *Кондаминъ* замѣнили сіе слѣдующимъ опытомъ. Они замѣчали число качаній маятника во время обращенія неподвижной звѣзды (мы послѣ покажемъ (258), что сіи качанія суть слѣдствіе тяжести), 1 е. въ низу, 2 е. въ верху одной изъ горъ Кордиліерскихъ, и вымѣряли разность перпендикулярныхъ высотъ обоихъ сихъ мѣстъ. Число размаховъ маятника было въ одинакое время въ верху меньше, нежели въ низу; и сіе *меньшее* число довольно согласуетъ съ теоріею *Невтоновою*.

212. Напряженіе тяжести должно быть разное въ разныхъ климатахъ земли. Ибо какъ земля обращается около своей оси, то каждая точка поверхности ея, равно какъ и тѣла на ней находящіяся получаютъ силу центробѣжную (174), которая уменшаетъ дѣйствія тяжести, поколику ей противуположна (176). Но не вездѣ равно сила центробѣжная уменшаетъ сіи дѣйствія тяжести; ибо она въ тѣлахъ, въ кругѣ обращающихся, тѣмъ большая бываетъ, чѣмъ большіе оными описываются круги въ одинакія времена (181), для того что тогда тѣла имѣютъ болѣе скорости. Тѣла находящіяся подъ экваторомъ, или близъ онаго, описываютъ кругъ болѣе, нежели которыя на-

находяпся близъ полюсовъ: слѣдовательно дѣйствованіе на нихъ тяжести менѣе, потому наипаче, что сила центробѣжная подъ экваторомъ противуположена тяжести прямо, а во всѣхъ прочихъ мѣстахъ косвенно, и тѣмъ косвеннѣе, чѣмъ ближе къ полюсамъ: ибо положимъ (фиг. 22), что AB есть ось, на которой вертится земля: DE или GP поперешникъ экватора ея. 1 е. Тѣло, которое вертится въ G, въ 24 часа описываетъ большій кругъ, нежели тѣло, которое вертится въ F, котораго кругъ имѣетъ поперешникомъ своимъ FN меньше DE. 2 е. Сила центробѣжная въ G имѣетъ свое направленіе по GO продолженному полупоперешнику CG (176), а сила центростремительная имѣетъ свое направленіе по GC: слѣдовательно тутъ обѣ силы противуположны одна другой прямо. Но въ F сила центробѣжная имѣетъ направленіе свое по FL, продолженному полупоперешнику MF изъ центра M отрѣзка, въ которомъ тѣло вкругъ обращается; а сила центростремительная имѣетъ свое направленіе по FC: слѣдовательно обѣ сіи силы противуположены другъ другу только косвенно. И такъ тѣла падаютъ медленнѣе у экватора, нежели у полюсовъ. Что и въ самомъ дѣ-

лѣ доказано опытомъ, сдѣланнымъ въ Кайеннѣ въ 1672. Г. *Ришеромъ*. Онъ примѣтилъ, что маятникъ имѣющій надлежащую длину, чтобы бить секунды въ Парижѣ, измѣрялъ въ Кайеннѣ части времени продолжительнѣйшія: мы послѣ покажемъ (258), что движеніе качательное маятника есть дѣйствіе тяжести. Сей опытъ повторяли потомъ многіе искусные наблюдатели, между прочими Академики, и бывшіе въ Перу и путешествовавшіе на сѣверъ для измѣреній относительныхъ къ фигурѣ земли; и всегда оный доказывалъ, что медленнѣе падаютъ тѣла у экватора, нежели у полюсовъ; и что сіе медленіе уменшается по мѣрѣ, какъ широта мѣста увеличивается.

213. Сей самый опытъ утвердилъ доказательнымъ образомъ обращеніе земли около ея оси, и заставилъ сомнѣваться о ея сферичности. Ибо, поелику земля вертится, то разныя части ея пріобрѣтаютъ силу центробѣжную (174), которая не на всемъ пространствѣ земли равна (212); потому что находящіяся подъ экваторомъ части описываютъ большой кругъ въ 24 часа: находящіяся же у полярныхъ круговъ описываютъ въ то же время кругъ, котораго поперешникъ гораздо менѣе;

а подъ самыми полюсами находящіяся не дѣлаютъ круговаго обращенія. *Гугеній* и *Невтонъ* какъ скоро увѣдомились о семъ опытѣ, то, основываясь на законахъ статики и силъ центральныхъ, начали подозрѣвать, что земля не сферична, но что она есть сфероида, вдавленная у полюсовъ. Ибо, говорили они, чтобъ полупоперешники земли CG, CP (фиг. 22), которые соотвѣтствуютъ экватору, были въ равновѣсіи съ полупоперешниками CA, CB, которые соотвѣтствуютъ полюсамъ, надлежитъ имъ быть длиннѣе вторыхъ на количество пропорціональное уменшенію ихъ тяжести происходящему отъ силы центробѣжной. Они даже простерли свое изчисленіе до того, что опредѣлили сіе количество. По *Гугеніеву* вычисленію поперешникъ экватора къ оси земли содержится какъ 578 къ 577; а по *Невтонову*, какъ, 230 къ 229: которыя оба вычисленія не весьма много разнствуютъ. Теорія сихъ великихъ мужей подтвердилась потомъ трудами упомянутыхъ нами (212) Академиковъ, изъ которыхъ одни были въ Перу, а другіе на сѣверъ для снятія мѣры одного градуса меридіана въ сихъ разныхъ климатахъ, дабы узнать сферична ли земля или нѣтъ. Въ сочиненіяхъ сихъ ученыхъ

ныхъ мужей можно видѣть подробное описаніе ихъ трудовъ, которыхъ только слѣдствія здѣсь предлагаются. Полупоперешникъ экватора земли въ 3,281,013 тоазовъ: половина оси ея 3,265,752$\frac{1}{2}$ тоаза: разность 15260$\frac{1}{2}$ тоазовъ показываетъ, сколько приплюснута земля у полюсовъ. Сія разность цѣлой оси равняется 13 обыкновеннымъ Французскимъ милямъ, щитая оныя въ 2283 тоаза каждую, и 842 тоазамъ; изъ чего слѣдуетъ, что поперешникъ экватора болѣе оси земли 13 милями и почти $\frac{1}{3}$ю; изъ чего выходитъ содержаніе поперешника экватора къ оси какъ 215 къ 214; къ сему содержанію *Невтоново* подходитъ весьма близко. (Смотри *la Grandeur et la figure de la Terre*: сочиненіе служащее продолженіемъ къ *Mem. de l'Acad. des Sciences pour l'année* 1718.) Можно также видѣть сіе въ сочиненіяхъ Академиковъ, бывшихъ для сего въ Перу и на сѣверѣ.

214. 4е. Бываетъ ли разная мѣра дѣйствія тяжести въ томъ же тѣлѣ? Ежели мѣрять сіе количество дѣйствія, какъ въ самомъ дѣлѣ и должно, скоростію, съ которою тѣло въ низъ падаетъ, то оное можетъ быть не одинакое въ томъ же тѣлѣ, по разности его тепла или холода, по

фи-

фигурѣ; по содержанію массы его къ его величинѣ и проч. Всѣ сіи причины разнствія суть случайныя; онѣ происходятъ отъ сопротивленія жидкой матеріи (78), сквозь которую тѣло принуждено проходить. Но иная разность, зависящая единственно отъ тяжести, показывается въ тѣлѣ во время его паденія. Кажется, что сія сила въ самомъ движущемся тѣлѣ находится: она дѣйствуетъ на него во все продолженіе паденія его, какъ дѣйствовала при началѣ: въ каждое мгновеніе даетъ ему новое побужденіе, отъ чего родится новая степень скорости. Тѣло, уступавшее своей тяжести чрезъ секунду, имѣетъ настоящую скорость болѣе, нежели какую бы оно имѣло, когда бы падало только чрезъ полсекунды. Ибо всякъ знаетъ, что тѣло падающее свободно, тѣмъ сильнѣйшій дѣлаетъ ударъ, чѣмъ съ большей высоты падаетъ; въ семъ случаѣ напряженіе сего удара умножается отъ единыя скорости: ибо массу мы предполагаемъ ту же, потому что и тѣло есть то же. Слѣдовательно скорость сего тѣла возрастаетъ въ каждое мгновеніе.

215. 5е. И такъ напряженіе тяжести увеличивается въ томъ же тѣлѣ, пока оно

па-

падаетъ. Но по какому же закону возрастаетъ его скорость? Опытъ показываетъ, что сіе приращеніе скорости пропорціонально къ высотѣ паденія, а не къ продолженію онаго. Пусть будутъ пущены разныя тѣла, имѣющія одинакую фигуру, съ такихъ высотъ, которыя бы были между собою въ обратномъ содержаніи массъ тѣлъ сихъ, то всѣ они произведутъ одинакое усиліе: слѣдовательно всѣ они имѣютъ равныя количества движенія (63); что не могло бы быть, естьли бы скорости, пріобрѣтенныя при концѣ каждаго паденія, не были пропорціональны къ высотѣ сихъ паденій. Слѣдственно и проч. большая масса, пущенная съ небольшой высоты, можетъ произвести то же дѣйствіе, какое и малая масса пущенная съ большой высоты. И такъ можно избирать изъ сихъ двухъ средствъ, увеличивать или массу, или скорость. Часто выгоднѣе бываетъ замѣнять возвышеніе большимъ вѣсомъ. Что и дѣлается, когда бьютъ сваи, куютъ якори и проч.

216. 6е. Поелику скорость падающаго тѣла возрастаетъ въ каждое мгновеніе, то какое же въ каждое мгновеніе бываетъ приращеніе скорости? Здѣсь также опытъ

доз-

долженъ насъ научить; вотъ что оный показываетъ. Ежели пустить свободно падать тѣло такое, которое бы много имѣло массы, а малую величину, дабы сколько можно менѣе скорости отнимало у него сопротивленіе воздуха; то увидимъ, что въ первую секунду паденія своего тѣло пролетитъ чрезъ одно пространство; въ слѣдующую секунду чрезъ три пространства; въ третію чрезъ пять пространствъ; и такъ далѣе, прибавляя всегда по два пространства, изъ которыхъ каждое равно пространству пройденному въ первую секунду. Изъ чего слѣдуетъ, что скорость тѣла падающаго возрастаетъ въ каждое мгновеніе въ прогрессіи ариѳметической чиселъ нечетныхъ 1, 3, 5, 7, 9, и проч. Также слѣдуетъ изъ сего, что сумма перейденныхъ пространствъ при концѣ каждаго времени есть въ содержаніи квадрата времянъ. Ибо при концѣ перваго времени перейдено только одно пространство; квадратъ 1го есть 1: при концѣ втораго времени перейдено 4 пространства, 1 въ первомъ времени, 3 во второмъ: квадратъ 2хъ есть 4: при концѣ третьяго времени девять пространствъ перейдено; квадратъ 3хъ есть 9; при концѣ четвертаго времени

ни 16 пространствѣ, квадратѣ 4хѣ есть 16; и проч. Истинная причина сего ускоренія, и вѣ слѣдствіе сего закона, есть та, что тѣло упадшее, вѣ данное время, на опредѣленное количество, имѣетѣ при концѣ сего паденія пріобрѣтенную скорость, могущую его принудить, чтобѣ оно падало вѣ низѣ, единственно силою сея пріобрѣтенныя скорости и независимо отѣ дѣйствія тяжести, на количество вѣ двое большее, нежели пространство перейденное имѣ вѣ первое время. Положимѣ, что тѣло упало вѣ 1 секунду на 15 футовѣ: сіе тѣло при концѣ сего паденія имѣетѣ скорость пріобрѣтенную, могущую его спустить вѣ низѣ на 30 футовѣ вѣ слѣдующую секунду; а какѣ тяжесть есть такая сила, которая вѣ самомѣ тѣлѣ находится, которая непрестанно на него дѣйствуетѣ и притомѣ сѣ такимѣ же напряженіемѣ во всѣ мгновенія паденія его, какѣ и при началѣ (214); то надлежитѣ на дѣйствіе тяжести во вторую секунду прибавить кѣ 30 футамѣ пространство 15 футовѣ, равное пространству, перейденному, по силѣ тяжести, во время первой секунды. И такѣ во вторую секунду перейдено будетѣ три пространства, изѣ которыхѣ каждое равно

но пространству, перейденному въ первую секунду; такимъ же образомъ должно судить и о слѣдующихъ секундахъ.

217. Сіе не есть предположеніе безъ всякаго основанія: Докторъ *Атуудъ* выдумалъ простое средство доказать опытомъ, что когда тѣло упало, въ данное время, на опредѣленное количество; то ежели сдѣлать такъ, чтобъ тяжесть перестала дѣйствовать на сіе тѣло, оно будетъ продолжать падать съ равномѣрною скоростію, и безъ всякаго ускоренія въ каждое слѣдующее время, равное первому, перебѣгая пространство въ двое болѣе того, которое перейдено было въ первое время. Вотъ главныя части его инструмента. Блокъ А (фиг. 23), въ 6 или 7 дюймовъ въ поперешникѣ, весьма ходкой и повѣшенный какимъ бы то ни было образомъ: два тѣла цилиндрическія изъ металла B, C, совершенно равныя между собою поперешниками и вѣсомъ: снуръ весьма тонкой DEF: маленькая гирька G, вѣсомъ около 4 драхмъ, круглая и способная быть положена на тѣло B: другая маленькая гирька H, продолговатая, вѣсомъ совершенно равная съ G: столбикъ KL, на которомъ означенны раздѣленія: кольцо металлическое I, которое

 мож-

можно утвердить вЪ столбикЪ и которое довольно широко, чтобЪ вЪ него свободно проходило тѣло B. По блоку A пропусти снурЪ DEF, на концахЪ котораго привяжи тѣла B, C. Сіи два тѣла, будучи равны вѣсомЪ, будутЪ вЪ равновѣсіи между собою: что бы прервать сіе равновѣсіе и спустить тѣло B вЪ низЪ, наложи на него грузЪ G, и поставь нижнюю часть его на высотѣ O. Надобно имѣть маетникЪ, которой бы измѣрялЪ времена равныя, приноровленныя кЪ паденію сего тѣла; при концѣ перваго времени нижняя часть тѣла B будетЪ вЪ 1; при концѣ втораго времени будетЪ оно вЪ 4; при концѣ третьяго времени будетЪ оно вЪ 9, и проч. по прогрессіи нечетныхЪ числЪ, выше сего показанной (216). Теперь, чтобы пресѣчь дѣйствіе тяжести на сіе тѣло, подними оное опять вЪ верхЪ, чтобы опять нижняя часть его соотвѣтствовала сЪ O; потомЪ вмѣсто груза G положи на него H; и пусти его падать. При концѣ перваго времени, когда нижняя часть тѣла B будетЪ вЪ соотвѣтствіи сЪ 1, грузЪ H, будучи длиннѣе поперешника кольца I, останется на семЪ кольцѣ; чѣмЪ отнимется у тѣла B излищество вѣсу его передЪ вѣсомЪ тѣла C и

и пресѣчется дѣйствіе на него тяжести. Тогда сіе тѣло В будетъ продолжать двигаться съ единообразною скоростію, проходя, въ каждое слѣдующее время, въ двое большее пространство противу того, которое пройдено имъ въ первое время; такимъ образомъ при концѣ перваго времени нижняя его часть соотвѣтствовать будетъ съ 1; при концѣ втораго времени соотвѣтствовать будетъ съ 3; при концѣ третьяго времени соотвѣтствовать будетъ съ 5; при концѣ четвертаго съ 7; при концѣ пятаго съ 9ю и проч. Напротивъ, когда бы тяжесть продолжала дѣйствовать на тѣло В, то оно бы соотвѣтствовало съ 9 при концѣ третьяго времени (216).

218. Что бы лучше сіе уразумѣть, изобразимъ въ линѣяхъ времена и пріобрѣтенныя скорости. Положимъ, что линѣя AD (фиг. 24) представляетъ три времени равныя AB, BC, CD. Сіи времена, какъ ни кратки, могутъ быть раздѣлены на сколько угодно мгновеній; раздѣлимъ каждое время на 6 мгновеній, *Aa*, *ac*, *ce*, *eg*, *gi*, *iB*, и проч. Тяжесть, дѣйствуя во всякое мгновеніе на тѣло падающее (214), надѣляетъ его въ каждое мгновеніе новою скоростію. Представимъ пріобрѣтенную скорость

рость при концѣ перваго мгновенія чрезъ линѣю *ab*; скорость пріобрѣтенная при концѣ втораго мгновенія будетъ изображена линѣею *cd* въ двое большею линѣи *ab*, потому что она есть произведеніе понужденія дважды повтореннаго. По сей же причинѣ скорость пріобрѣтенная при концѣ третьяго мгновенія изобразится линѣею *cf*, и проч.; слѣдственно скорость пріобрѣтенная при концѣ шестаго мгновенія изобразится линѣею BE, которая въ шестеро длиннѣе линѣи *ab*, какъ произшедшая отъ шести понужденій или ударовъ послѣдовательныхъ: и треугольникъ ABE будетъ представлять пространство перейденное въ первое время AB. Положимъ теперь, что тяжесть перестала дѣйствовать; тѣло будетъ продолжать двигаться съ пріобрѣтенною своею скоростію BE, и пройдетъ, во второе время BC, два пространства, равныя пространству перейденному въ первое время AB. Ибо, чтобъ узнать пространство перейденное въ сіе второе время по силѣ пріобрѣтенной скорости, надлежитъ помножить сію скорость BE на время BC (56); что и дастъ квадратъ BCFE, содержащій въ себѣ два треугольника, BCE, FEC, равные треугольнику ABE, которымъ изображено простран-

ство

ство перейденное вѣ первое время AB. Но какѣ тяжесть дѣйствуетѣ во второе время столько же, сколько дѣйствовала вѣ первое, то на ея дѣйствіе, вѣ сіе второе время, должно прибавить треугольникѣ FHE; что и составитѣ три треугольника, или три пространства, изѣ которыхѣ каждое равняется пространству перейденному вѣ первое время. Также видѣть можемѣ, что вѣ третіе время CD будетѣ перейдено пять пространствѣ: ибо при концѣ втораго времени пріобрѣтенная скорость изобразится линѣею CH: ежели помножить сію скорость CH на время CD, то получимѣ параллелограммѣ CDIH, содержащій вѣ себѣ четыре треугольника, которыми изображаются пространства перейденныя по силѣ пріобрѣтенныхѣ скоростей: прибавь треугольникѣ IHK на дѣйствіе тяжести вѣ сіе третіе время; то онѣ дополнитѣ пять пространствѣ перейденныхѣ вѣ сіе время. Такимѣ же образомѣ и далѣе найдутся 7 пространствѣ для четвертаго времени; 9 для пятаго и проч.

219. Изѣ сего слѣдуетѣ, что тѣло упадшее сѣ извѣстной высоты, во многія мгновенія, при концѣ своего паденія будетѣ имѣть пріобрѣтенную скорость такую, которая можетѣ поднять его вѣ

верхъ въ то же число мгновеній, на такую же высоту, съ какой оно упало, ежели какая нибудь причина перемѣнитъ его направленіе; ибо отъ сея пріобрѣтенныя скорости имѣетъ оно силу, могущую нести его на пространство въ двое больше перейденнаго (217). Но когда оно поднимается опять въ верхъ, то дѣйствіе тяжести отнимаетъ у него половину силы: слѣдовательно нельзя ему выше подняться, какъ токмо на высоту равную той, съ которой оно упало. И такъ сія скорость при восхожденіи умешаема бываетъ отъ дѣйствія тяжести, въ такой же пропорціи, въ какой возрастала она въ паденіи: почему поднимаясь въ верхъ тѣло, перейдетъ пространства въ той же прогрессіи, въ которой оно падая переходило оныя; но только въ превращенномъ порядкѣ. Ежели оно падало въ четыре мгновенія, то въ первое мгновеніе перейдено имъ 1 пространство; во вторые 3 пространства; въ третіе 5; а въ четвертое 7 (216). Ежели же опять въ верхъ поднимется, то въ первое мгновеніе перейдетъ 7 пространствъ, во второе 5; въ третіе 3; а въ четвертое 1. Но сопротивленіе воздуха, какъ отнимаетъ часть ускоренія тяжести въ тѣлахъ нис-

нисходящихъ (207), такъ прибавляетъ ея замедленіе въ тѣлахъ восходящихъ. Для сего упругое тѣло, упадшее на другое упругое же тѣло, на примѣръ, шаръ изъ слоновой кости или стальной, упадшій на марморную плоскость (хотя бы упругость ихъ была и совершенная), не можетъ никогда подняться до той точки, съ которой оно упало.

Изъ всего сказаннаго нами въ отношеніи къ дѣйствію тяжести, слѣдуетъ:

220. 1е. Что сила, по которой тѣла падаютъ, всегда равномѣрна и дѣйствуетъ на оныя равно въ каждое мгновеніе (214) времени;

221. 2е. Что тѣла падаютъ на землю со скоростію, равномѣрно возрастающею (216):

222. 3е. Что скорости ихъ въ содержаніи мгновеній паденія ихъ (218):

223. 4е. Что пространства, перебѣгаемыя тѣлами въ каждое мгновеніе паденія ихъ, слѣдуютъ прогрессіи Ариѳметической чиселъ нечетныхъ 1, 3, 5, 7 и проч. (216):

224. 5е. Что пространства, перебѣгаемыя ими въ продолженіе паденія ихъ, суть какъ квадраты временъ, или какъ

квадраты скоростей; и что слѣдовательно скорости и времена суть въ содержаніи квадратныхъ радиксовъ пространствъ (216).

225. 6 е. Что пространство, перебѣгаемое тѣломъ, падающимъ въ какое нибудь время, есть половина того пространства, которое перейдено будетъ имъ въ то же время съ единообразною скоростію, по силѣ пріобрѣтенной скорости; и что слѣдовательно сіе пространство равняется тому, которое было бы перейдено тѣломъ съ единообразною скоростію, половиною только сея скорости (217).

226. 7 е. Что сила, принуждающая тѣла падать на землю, есть единственная причина вѣсу ихъ; ибо поелику она дѣйствуетъ въ каждое мгновеніе (214), дѣйствуетъ слѣдовательно на тѣла, когда они въ покоѣ и когда въ движеніи; и что тѣла чрезъ усилія, чинимыя ими непрестанно, чтобы повиноваться сей силѣ, бременятъ препятствіе ихъ удерживающее.

227. Какъ воздухъ противится движенію тѣлъ тѣмъ болѣе, чѣмъ съ большею скоростію ударяемъ бываетъ (83); то когда тѣло, падая, пріобрѣтаетъ (216) такую степень возрастшей скорости, съ которою ударяетъ въ воздухъ съ такою

стре-

стремительностію, что оный можетъ уступать, и которою слѣдовательно приводится тѣло въ равновѣсіе съ сопротивляющимся воздухомъ, тогда продолжаетъ тѣло воономъ двигаться съ равномѣрною скоростію безъ всякаго новаго ускоренія. Падающія тѣла тѣмъ позже получаютъ сію равномѣрность скорости, чѣмъ густота жидкаго противящагося вещества меньше, или чѣмъ менше величина ихъ, а масса больше (208). По сему градъ позже доходитъ до сей равномѣрной скорости, нежели дождь; а дождь позже, нежели снѣгъ.

Явленія, въ которыхъ движеніе бываетъ сложное изъ тяжести и другой силы.

223. Тяжести, яко движущей силы, видѣли мы направленіе (202) и напряженіе (202 *и слѣд.*). Ежели извѣстны прочія силы, дѣйствующія совокупно съ нею, то легко будетъ судить о ихъ слѣдствіяхъ; ибо оныя всегда будутъ сообразны законамъ сложнаго движенія, выше нами показаннымъ (160 *и слѣд.*). И такъ здѣсь слѣдуетъ намъ сдѣлать только примѣненіе къ начальнымъ правиламъ сложнаго движенія.

229. Когда тѣло не совсѣмъ повинуется своей тяжести; то сіе бываетъ отъ того, что удерживается оно какимъ нибудь препятствіемъ, или понуждается какою дѣйствительною силою, дающею ему отмѣнное направленіе отъ направленія тяжести его. Ежели препятствіе прямо ей противуположно и непреодолимо, какъ на примѣръ плоскость горизонтальная, на которой тѣло лежитъ, или веревка, которая держитъ его привязаннымъ къ неподвижной точкѣ; то тѣло тогда находится между двухъ силъ равныхъ и противуположныхъ; то есть, между тяжестію своею и противудѣйствіемъ точки неподвижной или плоскости, на которой оно лежитъ: и тѣло пребываетъ въ покоѣ. Но ежели препятствіе можетъ уступать тяжести, то здѣсь будетъ тотъ случай, въ которомъ изъ двухъ силъ одна повинуется другой по мѣрѣ превосходства сей другой силы; и движеніе остается простое, но уменшенное (160); какъ то и случается, когда тяжелыя тѣла падая проходятъ сквозь жидкія вещества сопротивляющіяся (207).

230. Ежели препятствіе косвенно токмо противуположено тяжести, какъ на примѣръ, наклоненная плоскость, или нитка

ка придерживающая, или дѣйствительная сила, или мешательная, которая устремляетъ тѣло въ другомъ, а не въ перпендикулярномъ къ горизонту направленіи, тогда движеніе учиняется сложнымъ изъ сея силы и тяжести.

Паденіе тѣлъ по наклоненнымъ плоскостямъ.

231. Представимъ сперва наклоненную плоскость. Наклоненная плоскость есть та, которая ни вертикальна, какъ *ac* (фиг. 25), ни горизонтальна, какъ *cd*; но которая, какъ линѣя *ad*, составляетъ треугольникъ съ обѣими первыми линѣями, съ вертикальною и горизонтальною. Сія плоскость тѣмъ менѣе наклонена, чѣмъ болѣе поднимается отъ горизонтальной плоскости; или, что все равно, чѣмъ линѣя *ac* длиннѣе, въ сравненіи съ линѣею *cd*. Положимъ, что *ac* пространство, которое перейдено было бы тѣломъ *a* въ два времени, когда бы падало оно свободно паденіемъ прямымъ и перпендикулярнымъ; въ первое время перейдено было бы имъ *ab*, а во второе *bc*, пространство въ трое болѣе *ab*, сходственно съ законами ускоренія, выше показанными (216). Но когда сіе тѣло *a* принуждено

дено итти по наклоненной плоскости *ad*, то оно такъ пойдетъ, какъ бы не было твердой плоскости *ad*, поддерживающей его, а было бы оно влекомо въ первое время силою *af*, въ направленіи перпендикулярномъ къ наклоненной плоскости *ad*, которая сила продолжала бы потомъ во всѣ мгновенія составлять углы, равные съ направленіемъ тяжести, и только бы перемѣняла напряженіе въ той же пропорціи, въ какой самая тяжесть перемѣняетъ оное. Въ первое время тѣло *a*, которое по своей тяжести перешло бы изъ *a* въ *b*, влекомо же бывъ предположенною нами силою, перешло бы изъ *a* въ *f*, послѣдуетъ линѣѣ *ae*, діагоналу параллелограмма *abef*, котораго бока *ab*, *af* изображаютъ двѣ силы (162): и такъ сіе тѣло спустится въ низъ гораздо менѣе, нежели когда бы послѣдовало побужденію единыя своея тяжести; ибо спустится только на количество *ai*, вмѣсто того, чтобъ спуститься на количество *ab*. Для втораго времени, поелику въ немъ силы получаютъ напряженіе тройное противу перваго, должно представить тяжесть чрезъ *eg* въ трое длиннѣе, нежели *ab*, а другую силу чрезъ *eh* въ трое длиннѣе, нежели *af*; изъ чего произойдетъ

для втораго времени діагональ *ek* въ трое длиннѣе, нежели *ae*. Для третьяго времени силы, бывъ представлены чрезъ *kl* и *km*, дадутъ діагональ *kn* въ пятеро длиннѣе нежели *ae*; а для четвертаго времени діагональ будетъ *nd* въ семеро длиннѣе, нежели *ae*, и проч.

Изъ сихъ начальныхъ правилъ слѣдуетъ:

232. 1е. Что тѣло никогда по наклоненной плоскости не падаетъ такъ скоро, какъ по вертикальной линѣѣ, которая есть естественное его направленіе: ибо ежели бы нисходило оно по линѣѣ вертикальной *ac*, то въ два времени дошло бы оно до низу *c*: напротивъ, слѣдуя наклоненной плоскости *ad*, не прежде какъ въ четыре времени доходитъ въ *d* (231), которое на одинакой степени пониженія съ *c* находится:

233. 2е. Что хотя дѣйствія тяжести медленнѣе бываютъ на наклоненныхъ плоскостяхъ, однако паденіе тѣлъ по симъ плоскостямъ всегда происходитъ съ ускореніемъ, сообразно съ тѣми законами и пропорціями (216), по коимъ тяжесть одна свободно дѣйствуетъ (231). Ибо линѣя *ek*, перейденная во второе время, въ трое длиннѣе

нѣе линѣи *a e*, перейденной въ первое время: и линѣя *k n*, перейденная въ третіе время, въ пятеро длиннѣе линѣи, *a e*, и проч:

234. 3е. Что паденіе по наклоненной плоскости происходитъ продолжительнѣе, нежели по вертикальной линѣѣ, и продолжительнѣе на такое количество, какимъ сія плоскость *a d* превышаетъ въ длинѣ линѣю вертикальную *a c*: ибо линѣя *a d*, длина плоскости, въ двое болѣе линѣи *a c* вышины той же плоскости; а мы сказали выше (231), что тѣло, которое употребило бы только 2 времени, что бы перейти чрезъ *a c*, употребитъ 4 времени, что бы перейти чрезъ *ad*. Изъ чего вообще слѣдуетъ, что *продолженіе паденія по какой бы то ни было наклоненной плоскости, къ продолженію паденія по вертикальной линѣѣ той же плоскости содержится, какъ длина плоскости къ ея вышинѣ*:

235. 4е. Что чѣмъ наклоненнѣе плоскость къ горизонту, тѣмъ медленнѣе бываетъ паденіе; ибо въ такомъ случаѣ длина плоскости много превосходитъ ея вышину. И ежели сія плоскость сдѣлается горизонтальною, то тѣло, перебѣгая оную отъ кон-

Таб. 3.

Фиг. 18.

Фиг. 19.

Фиг. 20.

Фиг. 21.

Фиг. 22.

Фиг. 23.

Фиг. 24.

конца до другаго, не будетЪ имѣть никакого паденія.

236. И такЪ тѣло, принужденное двигаться по наклоненной плоскости, стремится падать не всею совершенною своею тяжестію, какЪ бы то учинило падая свободно по вертикальной линѣѣ; но понуждается кЪ паденію относительною только тяжестію, то есть тою частію силы тяжести, которая остается не преодолѣнною отЪ наклоненной плоскости. Тяжесть относительная вЪ томЪ же тѣлѣ бываетЪ разная, по разному наклоненію плоскости, по которой оно идетЪ. ИзЪ чего слѣдуетЪ:

237. 1е. Что, ежели принять за цѣлой синусЪ длину ad плоскости, то высота ея ac будетЪ синусЪ угла наклоненія adc: и такЪ совершенная тяжесть тѣла a, которое принуждено итти по сей наклоненной плоскости, кЪ относительной его тяжести содержится, какЪ синусЪ цѣлой кЪ синусу угла наклоненія:

238. 2е. Что относительныя тяжести того же тѣла, на разныхЪ наклоненныхЪ плоскостяхЪ, содержатся между собою, какЪ синусы угловЪ наклоненія:

239. 3е. Что чѣмЪ болѣе уголЪ наклоненія, тѣмЪ болѣе относительная тяжесть; ибо

ибо тогда плоскость менѣе наклонена и тѣло ею меньше поддерживаемо бываетъ:

240. 4е. Что на плоскости вертикальной, у которой уголъ наклоненія есть самой большой, потому что онъ составленъ изъ перпендикулярной линѣи, относительная тяжесть равна совершенной: а на плоскости горизонтальной, у которой нѣтъ никакого наклоненія, относительная тяжесть совсѣмъ уничтожается; ибо тогда плоскость держитъ всю тягость тѣла.

241. Пространство, перейденное тяжелымъ тѣломъ по наклоненной плоскости въ данное время, къ пространству, которое симъ тѣломъ было бы перейдено въ равное время по перпендикулярной плоскости, содержится, какъ вышина оной плоскости къ ея длинѣ; и слѣдовательно, какъ синусъ угла наклоненія къ цѣлому синусу (237).

242. Ибо высота AB (фиг. 26.) наклоненной плоскости есть средняя пропорціональная линѣя между длиною AC сея плоскости, и пространствомъ AD, которое перейдено было бы тѣломъ на сей плоскости во время, равное тому, которое потребно на перпендикулярное паденіе съ высоты AB той же плоскости. И такъ ежели бу

изъ прямаго угла B провести перпендикулярную линѣю BD къ AC, то будетъ AC : AB : : AB : AD. Слѣдовательно тяжелое тѣло, низходя по сей наклоненной плоскости, изъ A придетъ въ D въ то же время, въ которое бы упало оно перпендикулярно изъ точки A въ точку B.

243. По чему когда дано будетъ AB пространство перпендикулярнаго, въ опредѣленное время, паденія по высотѣ плоскости; то, проведя перпендикулъ изъ точки B, предѣла сего паденія, на AC, будешь имѣть пространство AD, которое должно быть перейдено въ то же время на наклоненной плоскости AC.

244. Равнымъ образомъ, когда дано будетъ пространство AD, перейденное въ опредѣленное время на наклоненной плоскости AC; то сыщется пространство AB, которое перейдено будетъ перпендикулярно въ то же время, ежели изъ точки D опустить къ AC перпендикулярную линѣю, которая встрѣтитъ вертикальную плоскость въ B.

245. Изъ чего слѣдуетъ; что въ кругѣ ADEFBG (фиг. 27) тяжелое тѣло сойдетъ въ низъ по которой нибудь изъ наклоненныхъ плоскостей, или по AD,

или по AE, или по AF, или по AG и проч. во время равное тому, которое потребно, что бы упасть тѣлу по діаметру AB, ежели предположить, что оный перпендикулярен кЪ горизонтальной плоскости HI. Ибо сей діаметрЪ AB будетЪ во всѣхЪ сихЪ случаяхЪ средняя пропорціональная линѣя (242) между плоскостію, на примѣрЪ, AD, и длиною наклоненной плоскости AL, коея плоскость AD есть часть; или между плоскостію AF и длиною наклоненной плоскости AH, коея плоскость AF будетЪ часть, и проч.

246. Равнымъ образомЪ, ежели діаметрЪ AB перпендикулярен кЪ горизонтальной линѣѣ HI, то тяжелое тѣло спустится вЪ низЪ изЪ которой нибудь точки, изЪ D, или E, или F, или изЪ G, и проч. окружности сего круга, по наклоненнымЪ плоскостямЪ, DB, или EB, или FB, или GB, и проч. вЪ то же время, вЪ какое спустилося бы оно по діаметру AB, имѣющему положеніе вертикальное. Сіе удобно вывести изЪ предыдущаго члена (245); ибо каждая изЪ сихЪ плоскостей можетЪ имѣть свою параллельную и равную проведенную изЪ верхняго конца A діаметра.

247. Изъ чего слѣдуетъ сіе общее положеніе. Что *тѣло употребляетъ на косвенное низпаденіе по какой нибудь хордѣ круга, столько времени, сколько ему надобно онаго, чтобы упасть по цѣлому діаметру сего же самаго круга, стоящему вертикально.* Ибо всѣ сіи линѣи, AD, AE, AF, AG, DB, EB, FB, GB, суть хорды сего круга; мы видѣли, (245 и 246), что каждую изъ сихъ линѣй перебѣгаетъ тяжелое тѣло во время равное тому, которое употребило бы оно на перебѣжаніе діаметра AB, стоящаго вертикально. Сверхъ того всякая линѣя, проведенная отъ конца B діаметра къ точкѣ D окружности, есть перпендикулярная къ линѣѣ проведенной изъ другаго конца A къ той же точкѣ D: слѣдовательно означаетъ она предѣлъ паденія по наклоненной плоскости AD (243).

248. Изъ сего еще слѣдуетъ, что ежели принять AB за діаметръ круга и за произведеніе паденія перпендикулярнаго въ данное время; то окружность сего круга пройдетъ черезъ всѣ концы D, E, F, G, и проч. всѣхъ паденій косвенныхъ, совершившихся въ то же время. Узнавъ единожды сіе легко будетъ узнавать вдругъ

содержаніе косвенныхЪ паденій между собою, равно какЪ и кЪ перпендикулярному паденію; ибо всякую линѣю можно полагать за діаметрЪ круга.

249. Когда дано будетЪ перейденное, вЪ опредѣленное время, пространство AD (фиг. 26) на наклоненной плоскости AC; то ежели желаешь опредѣлить, какое пространство будетЪ перейдено вЪ тоже время, на другой наклоненной плоскости: изЪ точки D опусти, какЪ выше мы сказали (244), перпендикулЪ DB, которой встрѣтитЪ вертикальную линѣю AB вЪ точкѣ B: долгота AB будетЪ то пространство, которое перейдено будетЪ тѣломЪ вЪ то же самое время, когда тѣло станетЪ упадать перпендикулярно. Почему ежели изЪ точки B возставить перпендикулЪ BE кЪ плоскости AF, то AE будетЪ та часть сей наклоненной плоскости, которую тѣло перейдетЪ вЪ тоже время, вЪ какое упало бы оно перпендикулярно изЪ точки A вЪ точку B; и слѣдовательно вЪ тоже время, вЪ какое перейдетЪ часть AD на другой наклоненной плоскости AC.

250. И такЪ, поелику AB кЪ AD содержится, какЪ цѣлой синусЪ AC кЪ синусу AB угла наклоненія C (242); а AB кЪ

кЪ AE содержится какЪ синусЪ цѣлой AF кЪ синусу AB угла наклоненія F; то пространства AD, AE, которыя тѣло проходитЪ вЪ то же время на разныхЪ наклоненныхЪ плоскостяхЪ, будутЪ содержаться взаимно какЪ долготы AC, AF плоскостей равной высоты: то есть AD кЪ AE будетЪ содержаться, какЪ AF кЪ AC.

251. Скорости пріобрѣтенныя тѣломЪ вЪ то же время, чрезЪ паденія по разнымЪ наклоненнымЪ плоскостямЪ, содержатся между собою, какЪ пространства перейденныя вЪ то же время. Они также вЪ содержаніи взаимномЪ долготЪ AC, AF, плоскостей имѣющихЪ равную высоту, то есть, что скорость пріобрѣтенная паденіемЪ тѣла по линѣѣ AD, кЪ скорости пріобрѣтенной паденіемЪ того же тѣла по линѣѣ AE, содержится какЪ AF кЪ AC.

252. Ежели дано будетЪ побужденіе тѣлу, чтобы поднялось оно вЪ верхЪ по какому нибудь направленію, по перпендикулярному, или косвенному (положимЪ, что не будетЪ сопротивленія отЪ воздуха или другаго жидкаго вещества, или не примемЪ онаго вЪ разсужденіе); то скорость сего тѣла умаляться будетЪ отЪ его тяжести столько, сколько оная бы прибавлялась,

 когда

когда бы тѣло низпадало (216): и пространства, которыя тѣло перебѣжитъ въ равныя времена, уменшаться будутъ въ превращенномъ порядкѣ, какъ нечетныя числа 7, 5, 3, 1, (219). А когда впечатлѣнная сила истощится, то тѣло опять низпадетъ силою своея тяжести.

253. Изъ чего слѣдуетъ, что когда дано время употребленное тѣломъ на взлетѣніе до назначенной высоты; то легко опредѣлить пространство перейденное симъ тѣломъ въ каждое мгновеніе. Ибо положимъ, что сіе тѣло низпало съ сей же самой высоты въ то же время, то легко будетъ найти, какое пространство перейдено въ каждое мгновеніе; возми сіи пространства въ обратномъ порядкѣ, они будутъ искомыя тобою. Положи, на примѣръ, что тѣло брошенное перпендикулярно взлетѣло на высоту 240 футовъ во время 4 секундъ, и что надобно сыскать, какія пространства перейдены въ разныя времена сего восхожденія. Естьли бы тѣло низпадало, то пространство перейденное въ первую секунду было бы 15 футовъ (204): во вторую секунду 45 футовъ; въ третью секунду 75 футовъ; въ четвертую 105 футовъ (216). Слѣдовательно въ восхожденіи тѣ-

ла пространство перейденное будетъ въ первую секунду 105 футовъ; во вторую секунду 75 футовъ; въ третью 45 футовъ; а въ четвертую 15 футовъ. Тогда тѣло начнетъ опять низпадать какъ выше показано.

254. Изъ чего должно заключить, что тѣло, поднимающееся въ верхъ съ извѣстною скоростію, восходитъ на высоту равную той, съ которой бы надлежало ему упасть, чтобы пріобрѣсть, чрезъ ускореніе своего паденія (216), начальную скорость, съ которою оно въ верхъ взлетѣло.

255. Слѣдовательно, взаимнымъ образомъ, тѣло падающее пріобрѣтаетъ, чрезъ ускореніе своего паденія, скорость способную устремить его въ верхъ до той высоты, съ которой оно упало. И какъ скорость тѣлъ упадающихъ косвенно или по наклоненнымъ плоскостямъ возрастаетъ по такимъ же законамъ и пропорціямъ, по какимъ тяжесть одна дѣйствуетъ (233); то все одно бываетъ, по какому направленію ни происходитъ и паденіе и восхожденіе.

256. И такъ, хотя скорость тѣла, низходящаго по наклоненной плоскости, всегда бываетъ менѣе той, какую то же

 тѣло

тѣло имѣетъ упадая перпендикулярно (232): однако то истинно (и опытъ доказываетъ), что въ каждой точкѣ косвеннаго его паденія пріобрѣтенная имъ скорость равна той, какую бы тѣло пріобрѣло, когда бы упало перпендикулярно съ подобной высоты: разность только въ томъ, что потребно ему болѣе времени для пріобрѣтенія сея скорости чрезъ косвенное паденіе, нежели чрезъ перпендикулярное. Ежели тѣло низпадаетъ по наклоненной плоскости ad (фиг. 28.) или послѣдовательно по тремъ плоскостямъ разно наклоненнымъ, ab, bc, cd, или по дугѣ круга $abcod$, или по кривой линѣѣ $mnod$, то достигнувъ до d имѣетъ оно пріобрѣтенную скорость равную той, какую бы имѣло, когда бы упало перпендикулярно съ высоты hd; и сія скорость способна взнести его до g, до высоты равной съ h, или съ m и съ a точками, отъ которыхъ тѣло полагается низпущеннымъ (255). Правда, что потребно ему болѣе времени на пріобрѣтеніе сея скорости: ибо оно скорѣе падаетъ по линѣѣ вертикальной hd, нежели по кривой $mnod$; скорѣе по сей кривой линѣѣ, нежели по дугѣ круга $abcod$; скорѣе по сей дугѣ круга, нежели по тремъ пло-

плоскостямъ разно наклоненнымъ *ab*, *bc*, *cd*; скорѣе по симъ тремъ плоскостямъ, нежели по одной плоскости *ad*, хотя сія сплошная плоскость есть кратчайшій путь, нежели три прочія. Причина сему есть слѣдующая.

257. Проходя по тремъ наклоненнымъ плоскостямъ *ab*, *bc*, *cd*, тѣло поддерживаемо бываетъ сими плоскостями одною послѣ другой, которыя тѣмъ наклоненнѣе, чѣмъ ближе оно подходитъ къ предѣлу своего паденія *d*; изъ сказаннаго нами выше (235) явствуетъ, что ежели бы усиліе тяжести было равномѣрное, то тѣло употребило бы болѣе времени на прохожденіе по плоскости *cd*, нежели сколько бы употребило на прохожденіе по плоскости *ab*, потому что первая плоскость болѣе наклонена, нежели другая. Но, по причинѣ ускоренія паденія (233), когда тѣло находится въ *c*, перешедъ двѣ плоскости *ab*, *bc*, имѣетъ уже оно пріобрѣтенныя скорости, которыхъ бы не имѣло, когда бы начинало падать отъ точки *c*; и сіи скорости тѣмъ болѣе, чѣмъ начало паденія было быстрѣе. Сіе же начало паденія тѣмъ быстрѣе, чѣмъ менѣе наклонена первая перебѣжанная плоскость, или

чѣмъ острѣе уголъ составляемый ею съ вертикальною линѣею (235). Изъ фигуры удобно можно видѣть, что начало дуги *abcod* съ вертикальною линѣею *ap* дѣлаетъ уголъ острѣе того, которой составляется сею же вертикальною линѣею съ наклоненною плоскостію *ab*; слѣдовательно начало паденія быстрѣе бываетъ по дугѣ, нежели по плоскости: по сему тѣло падаетъ скорѣе по дугѣ *abcod*, нежели по тремъ плоскостямъ *ab*, *bc*, *cd*. По сей же причинѣ, поелику плоскость *ab* съ вертикальною линѣею *ap* составляютъ уголъ острѣе того, которой заключается между тою же вертикальною линѣею и плоскостію *ad*, тѣло падаетъ скорѣе по тремъ плоскостямъ *ab*, *bc*, *cd*, нежели по сплошной плоскости *ad*, хотя сія послѣдняя есть кратчайшая дорога. Для сей же причины тѣло падаетъ скорѣе по кривой линѣѣ *mnod*, нежели по дугѣ *abcod*; ибо начало *m* сей кривой линѣи съ вертикальною линѣею *mr* составляютъ уголъ острѣе того, которой составляется изъ начала *a* дуги съ вертикальною линѣею *ap*. Сія кривая линѣя *mnod* называется *Циклоидою*; она весьма извѣстна въ механикѣ, по употребленію изъ нея здѣланному *Гугеніемъ*, когда онъ при-

ба-

бавилЪ кЪ часамЪ маятникЪ (266); также называется кривою линѣею *самаго скораго нисхожденія*. Она происходитЪ изЪ обращенія точки окружности круга, которой оборачивается на прямой линѣ.

Движеніе качательное.

258. Сіе приводитЪ насЪ кЪ разсмотрѣнію движенія *качательнаго*; ибо тѣло качается по своей тяжести.

Качаніемъ маятника называется движеніе тѣла тяжелаго, прикрѣпленнаго на ниткѣ или на прутѣ металлическомЪ кЪ неподвижной точкѣ, около которой оно описываетЪ дугу. Такое тѣло есть A (фиг. 29) привязанное кЪ неподвижной точкѣ C на ниткѣ CE и описывающее дугу B A D. Истинная причина сего движенія есть тяжесть тѣла A: ибо ежели бы взнести его изЪ A вЪ B и оставить, что бы оно само собою падало, то силою тяжести своей упало бы оно по направленію BH перпендикулярному кЪ горизонту (202): но удерживаемо будучи ниткою C e на равномЪ всегда разстояніи отЪ точки C, не можетЪ оно иначе низпасть, какЪ описывая дугу BA. Когда дошло оно до самой нижней точки A, тогда имѣетЪ пріобрѣтенную, чрезЪ

уско-

ускореніе паденія своего, скорость равную той, какую бы пріобрѣло упадая вертикально съ высоты IA (256), которая скорость способна во время равное употребленному на паденіе, взнести его на высоту равную той, съ которой оно низпало (255): и такъ восходитъ оно въ D, описывая дугу AD, со скоростію уменшающеюся во всякое мгновеніе въ той же пропорціи, въ какой умножалась оная при низпаденіи (253). Дошедъ до D не можетъ оно далѣе итти, потому что истощилось все его движеніе (253). Не можетъ же и тутъ остановится, потому что тяжесть его понуждаетъ низпасть; и какъ находится оно тутъ точно въ такомъ же положеніи, въ какомъ было оно въ B, то и возвращается изъ D въ A, а изъ A въ B; и такъ происходятъ слѣдующія потомъ качанія. Естьли бы сіе тѣло не находило сопротивленія въ воздухѣ (84), и естьли бы не было тренія въ точкѣ C, изъ которой оно повѣшено (96): то сіе движеніе было бы непрерывное. Прекращается оное отъ причинъ хотя и случайныхъ, но которыя не избѣжны въ натурѣ.

259. Тѣло A, висящее на ниткѣ CE изъ неподвижной точки C, около которой можетъ

жетъ оно описывать дуги большія или меньшія, какъ BD, FG и проч. называютъ *Маетникомъ*. Центръ тяжести тѣла A, которое описываетъ дуги, называется *Центромъ качанія*; а точка неподвижная C называется *Центромъ движенія*.

260. Маетники раздѣляются на два рода, на простые и сложные. Маетникъ простой былъ бы тотъ, котораго нить не имѣла бы никакой тяжести, а тяжелое тѣло A вѣсило бы только въ одной точкѣ, называемой центромъ его тяжести (259) какъ бы, на примѣръ, вся тяжесть его находилась въ центрѣ. Маетникъ сложной есть тотъ, которой вѣситъ во многихъ точкахъ: и сей есть обыкновенной, потому что прутъ, на которомъ виситъ маетникъ, обыкновенно бываетъ изъ металла: и когда бы оной былъ деревянной или изъ другой матеріи, то тоже бы было; ибо не былъ бы онъ безъ тяжести. Изъ чего должно заключить что всѣ маетники наши суть сложные. Однакоже большую часть того, что мы имѣемъ предлагать о маетникѣ, должно разумѣть о самомъ простомъ.

261. Время каждаго размаха маетника выводится изъ долготы маетника, то есть,

изъ

изъ разстоянія между его центромъ движенія и центромъ качанія (259). Ибо мы выше доказали (247) что тѣло, на косвенное свое низпаденіе по хордѣ круга, употребляетъ время равное тому, какое нужно бы ему было, чтобы упасть перпендикулярно чрезъ весь діаметръ сего круга. Но маетникъ CB низходитъ по дугѣ BFA (258), а не по хордѣ BA; и его паденіе по дугѣ быстрѣе, нежели по хордѣ (256 и 257). Естьли бы онъ шелъ по хордѣ, то употребилъ бы на половину своего размаха столько же времени, сколько бы нужно ему было для паденія вертикальнаго по діаметру, котораго половина есть длина маетника CA: но между паденіемъ по дугѣ и паденіемъ по хордѣ есть пропорція: оная есть почти какъ 51 къ 65. И такъ таже будетъ пропорція между паденіемъ по дугѣ и паденіемъ по діаметру, которой опредѣляется длиною маетника.

262. Изъ чего слѣдуетъ, что маетника, имѣющаго длину постоянную, всѣ размахи большіе или малые должны быть на одномъ и томъ же мѣстѣ изохроническіе, или равновременные: и такъ сей инструментъ есть способнѣйшій для измѣренія рав-

равныхъ времен. *Галилей*, первый изслѣдователь движенія маетника, съ великимъ успѣхомъ употреблялъ его въ своихъ наблюденіяхъ и опытахъ; чрезъ что доставилъ онымъ точность, которую трудно бы ему было снискать инымъ способомъ. Продолженіе полуразмаха маетника, которой бьетъ секунды въ Парижѣ и окрестностяхъ его, есть одинакое съ продолженіемъ паденія съ высоты 3 футовъ 9 дюймовъ въ тѣхъ же мѣстахъ (216); и слѣдовательно одинакое съ продолженіемъ паденія по какой нибудь хордѣ круга имѣющаго 3 фута 9 дюймовъ въ діаметрѣ (247). Однако діаметръ круга, котораго дугу сей секундной маетникъ описываетъ, есть въ 6 футовъ 1 дюймъ 5 $\frac{4}{10}$ линій; ибо, по мнѣнію Г. *Майрана*, такой маетникъ долженъ въ Парижѣ имѣть 3 фута $8\frac{17}{30}$ линій длины. И такъ ежели сей маетникъ вмѣсто дуги перебѣгалъ бы хорду, то продолженіе полуразмаха его было бы болѣе полусекунды; оное было бы, какъ мы сказали (261) болѣе, нежели по дугѣ, въ пропорціи 65 къ 51.

263. Ежели сей маетникъ будетъ или короче, или длиннѣе, то время размаховъ его будетъ также или короче или длиннѣе: по-

потому что будетъ соотвѣтствовать вертикальному паденію меншему или большему, поелику длина его есть всегда полупоперешникъ круга, котораго діаметръ измѣряетъ высоту сего вертикальнаго паденія. Продолженія размаховъ маетниковъ разныхъ долготъ суть въ содержаніи квадратныхъ радиксовъ сихъ долготъ, по причинѣ ускоренія паденія тѣлъ; ибо падающее тѣло перелетаетъ во второе мгновеніе пространство тройное противу пройденнаго въ первое мгновеніе (216). Для сего, чтобы маетникъ измѣрялъ времена двойныя, надлежитъ ему дать длину четверную. Маетникъ, котораго размахъ продолжается въ Парижѣ одну секунду, имѣетъ длину въ 3 фута $8\frac{17}{30}$ линій: но что бы продолженіе размаху было въ 2 секунды, надобно дать ему длину въ 12 футовъ 2 дюйма $10\frac{8}{30}$ линій. Такая есть длина маетника у часовъ въ Ратушѣ Парижской. А чтобы продолженіе размаха маетника было только въ полсекунды, то надобно длинѣ его быть только въ четвертую долю длины того маетника, которой бьетъ секунды, то есть, въ 9 дюймовъ $2\frac{17}{120}$ линій. Такая есть длина маетниковъ у часовъ полусекундныхъ.

264.

264. Сія длина маятника, о которой мы теперь говорили, равна не цѣлой длинѣ инструмента называемаго *Маятникомъ*; а только разстоянію находящемуся между центромъ его качанія и центромъ движенія (259). Центръ движенія есть та точка, изъ которой виситъ маятникъ; а центръ качанія есть точка, которая взята будучи на линѣѣ висѣнія маятника сложнаго, была бы такая, что ежелибъ вся тяжесть маятника, которой предполагается качающимся, въ оной собранною находилась, то качанія происходили бы въ равное время тому, которое употребляетъ сей сложной маятникъ на свои качанія. Въ такомъ маятникѣ точка сія находится, во всѣхъ случаяхъ, ниже центра тяжести. Качанія сего маятника всегда суть продолженіемъ своимъ равны продолженіямъ качаній простаго маятника (260), котораго длиною будетъ разстояніе центра качанія отъ точки, изъ которой онъ виситъ, или отъ центра движенія. И такъ, искать центръ качанія маятника сложнаго, есть всегда искать длину маятника простаго, которой дѣлаетъ свои размахи въ тоже время, въ какое и сложный. Въ сыскиваніи длины сего простаго маятника, можно употребить то, о

чемъ мы выше сказали (261, 262, 263). Ежели кто любопытствуетъ знать то, что учинено, относительно къ изслѣдованію центра качанія, тотъ найдетъ оное въ сочиненіи покойнаго Г. *Бернуллія*, члена Академіи наукъ Парижской и Профессора въ Базелѣ, напечатанномъ между прочими сочиненіями Академіи, на 1703 годъ, стран. 78.

265. Выше мы сказали (262), что *Галилей* съ успѣхомъ употреблялъ маетникъ для измѣренія временъ равныхъ. Но способъ, которымъ онъ его употреблялъ, требовалъ столько тщанія, что инструментомъ симъ не всякъ удобно можетъ пользоваться. Надлежало оживить движеніе, которое въ каждое мгновеніе умалялось отъ сопротивленія воздуха: сверхъ того надлежало считать размахи одинъ послѣ другаго, что бы имѣть оныхъ сумму. *Гугеній* сдѣлалъ употребленіе маетника гораздо общеполезнѣе, соединивъ его съ движеніемъ механическихъ часовъ. Сіи машины, какъ извѣстно, оживляются или пружиною, или гирею, которая приводитъ въ движеніе многія колеса, посредствомъ которыхъ стрѣлки перебѣгаютъ по раздѣленіямъ квадранта. Что бы не допустить

сего

сего движенія до излишней скорости, задерживалось оное посредствомъ нѣкотораго рода запирки, на мѣсто которой *Гугеній* поставилъ маетникъ, придѣлавъ его къ той части часовъ, которая держитъ и уравниваетъ движеніе всѣхъ колесъ; дабы сіи размахи, которыхъ продолженіе всегда равно (262), пока маетника длина остается та же, могли поправлять небольшія неправильности машины.

266. Примѣчено потомъ, что качанія маетника по дугамъ большимъ или меньшимъ, хотя и того же круга, не бываютъ въ совершенно равное продолженіе времени; происходящія по большимъ дугамъ употребляютъ болѣе времени: сіи разности, правда, бываютъ нечувствительны, ежели замѣчать ихъ въ краткое время и въ не многіе размахи: но весьма примѣтными они становятся, когда собираемы бываютъ въ большее время, или когда дуги имѣютъ чувствительную разность въ своихъ величинахъ. Сіе понудило *Гугенія* искать такой кривой линѣи качанія, въ которой бы совершенно не было никакой отъ того разности, что большія или малыя дуги измѣрялъ бы маетникъ. Онъ нашелъ, что циклоида

имѣетъ искомое свойство (1), и поставилъ ее на мѣсто круга. Для сего сдѣлалъ онъ верхнюю часть CM (фиг 30) прута маетника CA гибкою, и съ обѣихъ сторонъ центра C движенія сдѣлалъ части циклоиды CE и CF, произшедшія отъ круга H, имѣющаго діаметромъ половину длины маетника CA (257). Посредствомъ сего расположенія, когда маетникъ дѣлаетъ свои качанія, то гибкая часть CM прута его принуждена попеременно огибаться около двухъ циклоидныхъ частей CE и CF: чрезъ что тѣло A бываетъ ближе къ центру C движенія, и принуждено двигаться въ дугѣ циклоиды EAF, а не въ дугѣ круга BAD. Циклоида есть кривая линѣя такого свойства, что маетникъ въ оной движущійся приходитъ всегда въ равныя времена къ точкѣ A самой нижней, какая бы ни была высота, съ которой онъ начинаетъ падать; такъ что всѣ его размахи, большие или малые, суть совершенно изохроническіе или равновременные.

267. Сіе изобрѣтеніе, хотя весьма остроумное, не долго было въ употребленіи.

(1) Histoire de l'Academie des Sciences, année 1700, pag. 140.

ціи. Великая трудность дѣлать дуги въ точности циклоидныя и неудобство учинить гибкою верхнюю часть прута, заставили скоро оставить оное; тѣмъ наипаче, что примѣчено стало, что кругъ и циклоида смѣшиваются почти въ нижней части G I: такъ что ежели маятнику надобно описывать дуги, имѣющія весьма малое протяженіе, то почти равно качаться ему въ кругѣ или въ циклоидѣ. Въ часовомъ дѣлѣ послѣ и приняты были дуги круга. Однако должно признаться, что какъ ни малы сіи дуги, не равняются дугамъ циклоиды; ибо когда дѣлаются они больше или меньше протяженны въ одно, нежели въ другое время (что отъ времени до времени бываетъ отъ неизвѣстной мнѣ причины), то сіе всегда дѣлаетъ вліяніе на движеніе машины: когда они больше растягиваются, то часы всегда отстаютъ; когда же меньше бываютъ, тогда часы уходятъ, хотя качающееся тѣло поднимается только на одинъ градусъ среднимъ своимъ движеніемъ: и такъ циклоида предпочтительнѣе бы была круга, безъ неудобствъ теперь нами упомянутыхъ.

263. Мы сказали (262), что всѣ размахи маятника бывают въ одинакое продолженіе времени, пока длина его пребываетъ таже; надобно къ сему прибавить, что сіе токмо тогда случается, когда находится онъ на томъ же мѣстѣ, или по крайней мѣрѣ на мѣстѣ имѣющемъ такую же широту, потому что маятники тѣмъ медленнѣе падаютъ, чѣмъ широта мѣста менѣе, какъ то мы выше доказали (212) по опыту, сдѣланному въ Каеннѣ Г. *Ришеромъ* въ 1672 году. Что бы многіе маятники, находящіеся въ разныхъ мѣстахъ, измѣряли равныя времена, то надобно маятникамъ, близкимъ къ полюсамъ, быть длиннѣе тѣхъ, которые ближе къ экватору. Смотри въ *No* 264, чѣмъ измѣряется сія длина. Знаю, что на сіе можно возразить, что жаръ въ Каеннѣ вытянулъ маятникъ, отъ чего онъ и мѣрялъ времена большія: сіе дѣйствіе жара безъ сомнѣнія пособствуетъ къ тому; но сего единаго не довольно; ибо маятникъ, которой въ Парижѣ бьетъ секунды, будетъ имѣть $1\frac{1}{4}$ линѣи излишней долготы у экватора, а опытъ показываетъ, что отъ жара кипятка (который жаръ гораздо превосходнѣе Каен-

Каенскаго) вытягивается прутъ маятника на одну треть линѣи. И такъ надобно, что бы къ жару присоединилась иная причина; а сія есть сила центробѣжная.

269. Маятникъ можетъ измѣрять равныя времена на томъ же мѣстѣ, пока долгота его постоянно пребываетъ одинакова (263); но жаръ, какъ мы сказали, непрестанно измѣняетъ сію долготу. Всѣхъ тѣлъ измѣренія перемѣняются отъ тепла и стужи (1134): сіе же и съ маятникомъ случается. Жаръ его вытягиваетъ, холодъ укорачиваетъ. Старались поправить сіе неудобство противуположа самой себѣ причину физическую, производящую оное; то есть, сдѣлавъ такъ, что бы отъ того же жара, отъ котораго вытягивается прутъ маятника, столько же поднимался центръ качанія того же маятника, и что бы всегда было одинакое разстояніе между сею последнею точкою и центромъ движенія; ибо симъ разстояніемъ опредѣляется длина маятника (264). Г. *Грагамъ*, славный часовщикъ Лондонскій, былъ первый, которому пришло сіе въ мысль, и которой началъ производить оную въ дѣйство, употребивъ на концѣ маятника вмѣсто тяжелаго кружка сосудъ цилиндричный, почти

 пол-

полный ртути, которая, опираясь на дно сосуда и становясь рѣже отъ жару, поднимается въ верхъ и такимъ образомъ поднимаетъ въ верхъ и центръ качанія, помѣрѣ какъ сей самый центръ спускается въ низъ, когда отъ жару прутъ вытягивается. Потомъ Г. *Жюліенъ ле Роа* въ Парижѣ, и Г. *Елликотъ* въ Лондонѣ для достиженія той же цѣли употребили удобнѣйшее средство. Оба они воспользовались, хотя и разнымъ образомъ, излишествомъ растягиванія мѣди предъ растягиваніемъ стали отъ одинакой степени жара (1138). Что и нынѣ дѣлается въ часахъ. Простѣйшій и употребительнѣйшій способъ есть слѣдующій. Прутъ стальной *c b* (фиг. 31), на которомъ держится тяжелое тѣло *o*, составленъ изъ двухъ особливыхъ частей *ca* и *ab*. Верхняя часть *ca* утверждена въ раму, составленную изъ двухъ поперечинъ изъ желтой мѣди *df* и *eg*, и изъ двухъ стальныхъ прутьевъ *de* и *fg*. Нижняя часть *ab* прикрѣплена къ маленькой поперечинкѣ мѣдной *kh*, и свободно скользитъ сквозь скважину, сдѣланную въ нижней поперечинѣ *eg*: *kl* и *hi* суть два прута изъ желтой мѣди, утвержденные въ нижней поперечинкѣ *eg*, которыхъ верхніе концы прикрѣплены въ попе-

перечинкѣ *kh*. Когда жаръ всѣ сіи прутья расширяетъ, тогда *cab* маетникъ длиннѣе дѣлается: отъ чего тяжелой кружокъ O отдаляется отъ точки *c*; но какъ тотъ же жаръ растягиваетъ и два мѣдные прута *kl* и *hi* болѣе, нежели сколько вытягиваетъ два соотвѣтствующіе стальные прута *de* и *fg*; то излишекъ разширенія въ мѣди (которое не можетъ устремиться въ низъ), поднимаетъ вверхъ поперечину *kh* къ поперечинѣ *df*; чрезъ что тяжелой кружокъ O приближается къ точкѣ *c*. Ежели все сдѣлано въ надлежащей пропорціи, то отвѣсъ столько поднимется отъ излишняго вытягиванія мѣди, сколько опускается въ низъ отъ вытягиванія стали; и симъ средствомъ центръ качанія O удерживается всегда въ равномъ разстояніи отъ центра движенія *c*. А чтобы пропорція была точно такая, какъ должно, то надобно каждаго мѣднаго прута длинѣ содержаться къ длинѣ маетника, какъ рѣденіе стали содержится къ рѣденію мѣди, то есть, надлежитъ долготамъ сихъ металлическихъ прутьевъ быть въ обратномъ содержаніи ихъ рѣденія. Рѣденіе же стали къ рѣденію мѣди желтой, какъ полагаетъ Г. *Берту*, часовщикъ, содержится какъ 74 къ 121, что почти будетъ какъ 3 къ 5.

Движенїе метательное.

270. Всѣ тѣла, верженныя внѣ перпендикулярной линѣи къ горизонту, движутся движенїемъ сложеннымъ изъ двухъ силъ; то есть, изъ силы тяжести и силы, которая ихъ мещетъ, которую называютъ обыкновенно *метательною силою.* Такъ на примѣръ, рукою бросается камень, или огнестрѣльнымъ порохомъ бомба или ядро. Метательная сила была бы равномѣрная, то есть, принудила бы движущееся тѣло проходить равныя пространства въ равныя времена, естьли бы сопротивленїе жидкихъ веществъ (76 *и слѣд.*) и тренїй (96 *и слѣд.*) не полагали оному препятствїй. Хотя сїи препятствїя и неизбѣжны, однако мы не примемъ ихъ здѣсь въ разсужденїе; ибо простѣе и легче показать, что было бы, когда бы сїи препятствїя не существовали, нежели сказать, что точно бываетъ въ естественномъ положенїи.

271. Мы видѣли, какое направленїе имѣетъ тяжесть (202), равно какъ и ея напряженїе или количество дѣйствїя ея на тѣла (203 *и слѣд.*). Когда извѣстно направленїе и напряженїе метательной силы, то, чтобъ узнать дѣйствїе движенїя сло-

сложеннаго изъ сихъ двухъ силъ, довольно будетъ подвести ихъ подъ правила сложнаго движенія по кривой линѣѣ, выше нами предложенныя (168 *и слѣд.*): произшедшее изъ онаго будетъ имъ сообразно. Я говорю, подъ правила движенія сложнаго по кривой линѣѣ для того, что здѣсь силы перемѣняютъ отношенія между собою: ибо сила метательная есть равномѣрная по себѣ, а сила тяжести ускорительная.

272. Когда направленіе силы метательной стремится съ низу въ верхъ и притомъ перпендикулярно къ горизонту, тогда бываетъ оно прямо противуположно направленію тяжести (202): слѣдовательно движеніе тѣла будетъ произведеніе силы метательной безъ силы тяжести, и движеніе сіе будетъ простое; но скорость будетъ меньшая, нежели какой требуетъ метательная сила (252). Съ симъ тѣломъ то же произойдетъ, что произошло бы съ тѣломъ поднимающимся въ верхъ скоростями, пріобрѣтенными имъ чрезъ ускоренное паденіе (254); то есть, что сіе тѣло взлетаетъ на высоту равную той, съ которой бы надлежало ему упасть, чтобы пріобрѣсть, чрезъ ускореніе своего па-

де-

денія, скорость равную той, съ которою оно начало подниматься.

273. Ежели направленіе метательной силы горизонтально, то тѣло движется сходственно съ правиломъ выше сего поставленнымъ (168), и описываетъ кривую линѣю *Mabcdef* (фиг. 16), которая была бы параболическая, естьли бы сила метательная была совершенно равномѣрная, а сила тяжести точно ускоренная.

274. Ежели направленіе силы метательной стремится и съ верху въ низъ, но косвенно къ горизонту, то тѣло движется также сообразно показанному правилу (168), и описываетъ кривую линѣю одного свойства съ предыдущею, которая есть токмо полупарабола.

275. Наконецъ, ежели направленіе метательной силы стремится съ низу въ верхъ и косвенно къ горизонту (и сей есть самый обыкновенный случай), тогда тѣло описываетъ цѣлую параболу. Ибо положимъ, что тѣло M (фиг. 32) брошено прямо къ точкѣ P силою метательною; ежели отнять у возвышенія стремленія сего, по числу равныхъ мгновеній, число такое же частей, которыя изображаютъ дѣйствія тяжести, возрастая между собою въ содер-

держаніи квадратовъ временъ (216); то есть, пусть линѣя, изображающая дѣйствіе тяжести во второе время, будетъ въ 4 раза длиннѣе изображающей оное въ первое время; а изображающая оное въ третіе время пусть будетъ въ 9 разъ длиннѣе и проч. то концы *b*, *r*, *f*, *q*, всѣхъ сихъ линѣй *ab*, *dr*, *ef*, P*q*, изображающихъ то, что отнято тяжестію у силы метательной, дадутъ кривую линѣю M*brfq*, двѣ полупараболы подобныя, соединяющіяся при вершинѣ *r*.

276. На семъ основано все ученіе Балистики или искусства измѣрять бросаніе бомбы или ядра. И такъ искусство сіе состоитъ въ соединеніи силы метательной съ тяжестію тѣла движущагося. Всѣ сіи кривыя линѣи, которыя описываемы бываютъ тѣлами въ такихъ случаяхъ, тѣмъ далѣе простираются, чѣмъ болѣе бываетъ сила метательная, и, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ, величайшее разпространеніе M*q* бываетъ, когда уголъ возвышенія PM*q* въ 45 градусовъ: и распространенія, соотвѣтственныя угламъ возвышенія, равно отстоящимъ отъ 45 градусовъ, суть равны; ибо распространеніе всегда есть въ содержаніи синуса двойнаго угла возвышенія.

Для

Для сего распространеніе, соотвѣтствующее углу 45 градусовъ, есть самое большее изъ всѣхъ: ибо синусъ двойнаго угла 45 градусовъ есть синусъ 90 градусовъ или цѣлой синусъ, которой есть самой большой.

Сіе точно распространеніе должно узнать, чтобы безошибочно попасть въ цѣль предпоставленную: и въ семъ то вся трудность, наипаче въ бросаніи бомбы или ядра. Ибо, чтобы узнать распространеніе параболы, описываемой движущимся тѣломъ, надлежитъ знать мѣру метательной силы: но сія сила произходитъ отъ выстрѣленія пороха; а вычислить съ нѣкоторою точностію мѣру сего ударенія есть весьма трудное дѣло. Сіе удареніе зависитъ наипаче отъ качества пороха и количества, не того, которое употребляется, но которое загорается прежде вылетѣнія бомбы или ядра. Ибо опытъ показалъ, что всегда остается часть пороха незагорѣвшаяся, и сія часть не всегда бываетъ пропорціональна къ употребленному количеству: сіе зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ, которыя трудно сдѣлать всегда одинаковыми, какъ то: отъ длины пушки или мортиры, отъ вѣсу бомбы или ядра, отъ силы, съ ка-

Фиг 25

Фиг 26

Фиг 28

Фиг 32

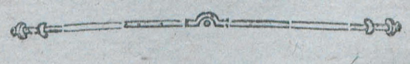
Фиг 29

Фиг 31

Фиг 27

Фиг 30

какою зарядъ прибитъ и проч. И такъ одно изъ количествъ, весьма нужныхъ къ свѣдѣнію, чтобы судить можно было о распространеніи параболы, подвержено весьма многимъ перемѣнамъ. Сверьхъ сего во всемъ нами сказанномъ не принимали мы въ разсужденіе сопротивленія воздуха и треній (270): но ихъ должно также сколько нибудь считать: они имѣютъ вліяніе въ движеніе тѣла: ядро трется о внутреннія стѣны пушки, а потомъ принуждено разсѣкать воздухъ и вытѣснять его изъ мѣста; отъ чего оно теряетъ часть своей скорости. И такъ метательная сила не есть уже равномѣрная; и усиліемъ тяжести придается скорость менѣе возрастающая, нежели когдабъ не было сихъ препятствій. Для сего ежели нужно пріобрѣтать знаніе началъ; то не менѣе требуется упражненія въ практикѣ.



ГЛАВА VIII.

О Гидродинамикѣ.

277. *Гидродинамика* есть наука имѣющая предметомъ тяжесть и равновѣсіе жидкихъ тѣлъ и движеніе жидкихъ тѣлъ.

Изъ

Изъ сего опредѣленія видно, что въ Гидродинамикѣ содержатся Гидростатика и Гидравлика.

Гидростатика разсматриваетъ равновѣсіе жидкихъ тѣлъ въ покоѣ: отъ разрушенія сего равновѣсія слѣдуетъ произойти движенію; и здѣсь начинается Гидравлика.

О Гидростатикѣ или Тяжести и Равновѣсіи жидкихъ тѣлъ.

278. *Гидростатикою* называется наука имѣющая предметомъ своимъ тяжесть и равновѣсіе жидкихъ веществъ, равно какъ и то, какимъ образомъ приходятъ въ равновѣсіе тѣла погруженныя въ сихъ жидкихъ веществахъ. *Архимедъ* между древними наиболѣе сдѣлалъ приращенія въ сей наукѣ. Еще и нынѣ отдаютъ ему честь за остроумный способъ, которымъ узналъ онъ, что золотой вѣнецъ не той доброты, какой долженъ быть, вывѣсивъ оной Гидростатически. Изъ новѣйшихъ, *Галилею*, *Торицеллію*, *Декарту*, *Паскалю*, *Гюлієльмини* и *Маріотту* одолжены мы прекрасными свѣдѣніями въ сей матеріи; и опыты ихъ столь же доказательные, сколько и любопытные, привели насъ въ состояніе знать, чего должны мы ожидать

или

или опасаться отъ силы водъ, дѣйствующихъ своею тяжестію; и какимъ образомъ съ пользою можемъ оную употреблять для себя посредствомъ гидравлическихъ машинъ.

279. Выше сказано (226), что сила, принуждающая тѣла падать на землю, есть единственная причина вѣсу ихъ; и что чрезъ усилія, непрестанно тѣлами чинимыя, чтобы повиноваться сей силѣ, бременятъ они всѣ препятствія удерживающія ихъ. Жидкія тѣла, какъ и твердыя, побуждаемыя тяжестію, то же точно производятъ: они бременятъ всѣ препятствія, противящіяся паденію ихъ. Но по причинѣ жидкости, бременятъ они отмѣнно отъ твердыхъ тѣлъ; а изъ сего происходятъ явленія совсѣмъ особливыя, которыя намъ знать нужно.

280. Жидкія тѣла суть такія вещества, которыхъ частицы подвижны между собою, не имѣютъ совсѣмъ, или почти не имѣютъ сцѣпленія взаимнаго, и движутся независимо другъ отъ друга. Въ семъ опредѣленіи разумѣются и жидкія грубыя, какъ на примѣръ, куча зеренъ, песку и проч. и жидкія тонкія, какъ воздухъ и прочія воздухообразныя вещества. Къ нимъ же можно причислить жидкія текучія

чія: ибо всѣ текучія суть жидкія тѣла; но не всѣ жидкія тѣла необходимо текучія. Чтобы жидкое тѣло было текучее, надлежитъ частицамъ его быть крайне малымъ и имѣть способность двигаться независимо другъ отъ друга съ довольною свободностію, такъ чтобы частицы находящіяся на верхней поверхности, всѣ устанавливались по плоскости параллельной къ горизонту; какъ на примѣръ, вино, вода и проч. Грубыя жидкія не таковы; они составляютъ своими всѣми частицами конусъ больше или меньше сдавленный, по мѣрѣ какъ они больше или меньше удалены отъ совершенной жидкости. Но жидкія тонкія тѣла, которыхъ жидкость равна жидкости текучихъ тѣлъ, то же оказываютъ въ своей тяжести и равновѣсіи: они слѣдуютъ одинакимъ съ оными законамъ. И такъ здѣсь разсуждать будемъ только о сихъ тонкихъ жидкихъ тѣлахъ и о жидкихъ текучихъ.

281. Не всѣ текучія тѣла равно текучи; для сего то, чего требуютъ законы Гидростатики, которые предложить имѣемъ, исполняется тѣмъ съ меньшею точностію, чѣмъ болѣе сіи вещества удалены отъ совершенной текучести. Вода и масло проливаются, когда сосуды содержащіе

щіе ихЪ опрокинуты или разбиты бываютЪ; но пролитіе масла медленнѣе, нежели воды, потому что частицы масла болѣе имѣютЪ между собою сцѣпленія, нежели частицы воды. ОтЪ крайней малости частицЪ текучихЪ жидкихЪ, и тонкихЪ жидкихЪ тѣлЪ, и отЪ великой ихЪ движимости, зависятЪ наипаче самыя отмѣнныя дѣйствія гидростатическія.

282. Для легчайшаго уразумѣнія сея матеріи, мы раздѣлимЪ ее на три части. ВЪ первой изслѣдуемЪ, какимЪ образомЪ оказывается тяжесть одного жидкаго тѣла, котораго части всѣ однородныя, или могутЪ быть приняты за такія. Во второй, мы увидимЪ, какЪ тяжестію своею дѣйствуютЪ и приходятЪ вЪ равновѣсіе многія вмѣстѣ жидкія тѣла, которыхЪ густоты суть разныя. ВЪ третьей изслѣдуемЪ, какЪ твердыя тѣла приходятЪ вЪ равновѣсіе сЪ жидкими, вЪ которыхЪ они бываютЪ погружаемы.

Тяжесть и Равновѣсіе одного жидкаго тѣла и однороднаго.

283. Здѣсь слѣдуетЪ намЪ разсмотрѣть, какимЪ образомЪ текучее жидкое или вообще жидкое тѣло, взятое отдѣльно и безЪ срав-

ненія съ другими, дѣйствуетъ своею тяжестію на препятствія, удерживающія его, и какъ оно приходитъ въ равновѣсіе съ самимъ собою.

284. *Части тогоже жидкаго тѣла оказываютъ свою тяжесть независимо другъ отъ друга.* Сіе свойство происходитъ отъ того, что между ними почти нѣтъ сцѣпленія; и сіе весьма отмѣнно отъ дѣйствія тяжести въ тѣлахъ твердыхъ; поелику части ихъ сцѣплены взаимно, то вѣсятъ они всѣ вообще. Почему и ударъ твердаго тѣла весьма отмѣненъ отъ удара жидкаго тѣла. Паденія льдины, въ фунтъ вѣсомъ, которая падаетъ на голову, опасаются; а нѣтъ опасности быть раненымъ отъ фунта воды. Сія послѣдняя движася, раздѣляется отъ сопротивленія воздуха, которой задерживаетъ стремленіе частей однѣхъ болѣе другихъ; и скорость цѣлой массы еще болѣе умаляется, по причинѣ сего раздѣленія, нежели когдабъ сего не было. Такимъ образомъ вода раздробленная разсыпается по большей поверхности; отъ чего раздѣляется и ея усиліе: напротивъ твердое тѣло ударяетъ въ малое пространство, которое получаетъ отъ него все его усиліе. Для сего угловатое тѣ-

тѣло, падающее на голову, болѣе дѣлаетъ вреда, нежели плоское тѣло онагоже вѣсу и падающее съ такой же высоты.

285. Изъ сего начальнаго положенія слѣдуетъ, что ежели на сосудъ, содержащемъ въ себѣ жидкое вещество, сдѣлать въ низу скважину; то, чтобъ не допустить вытечь жидкое, надобно преодолѣть только вѣсъ столба сей жидкой матеріи, отвѣтствующаго скважинѣ; и сей вѣсъ бываетъ одинакой, когда только одинъ сей столбъ состоитъ изъ жидкаго вещества, или когда весь сосудъ наполненъ онымъ.

ОПЫТЪ. Положимъ, что цилиндричной стеклянной сосудъ AB (фиг. 33), имѣетъ скважину C на днѣ, въ которую вдѣланъ мѣдный цилиндръ D въ одинъ дюймъ въ діаметрѣ: что сей мѣдной цилиндръ заткнутъ поршнемъ G, плотно къ нему принаровленнымъ и смазаннымъ такъ, чтобы могъ двигаться отъ посредственнаго давленія. Сей поршень держится на прутѣ GH, привязанномъ въ H къ шелковой ниткѣ, которая обхватываетъ часть блока M, находящуюся на концѣ коромысла MN, имѣющаго центръ движенія въ L. Другую часть блока N, находящуюся на другомъ концѣ коромысла, также обхватываетъ шелковая нитка, на ко-

которой висит чашечка I. Къ цилиндру D приставляется цилиндричная же стекляннaя трубка FE, коея внутренній діаметръ равенъ діаметру мѣднаго цилиндра, и коея высота равна высотѣ сосуда AB. Когда все такимъ образомъ расположено, наполняется трубка FE водою; кладется въ чашечку, I столько вѣсу, сколько можно поднять вѣсомъ столба воды, когда оною трубка наполнена, и при томъ столько, чтобы не допустить поршень и столбъ воды опуститься, ежели только хотя на полдюйма не долито воды. Потомъ отнимается трубка EF; вкладывается поршень G въ цилиндръ D, и наливается вода въ сосудъ. При чемъ примѣчается, что вѣсъ и чашечка I поднимаются тогда, какъ сосудъ AB совершенно полонъ. Слѣдовательно одинакой вѣсъ преодолѣвается, давитъ ли на поршень G столбъ воды только равной ему толщиною, или сосудъ AB весь оною наполненъ. И такъ, въ семъ послѣднемъ случаѣ, столбъ сей дѣйствуетъ своею тяжестію независимо отъ прочихъ частей.

286. Для изъясненія причины сего, представимъ себѣ, что вся масса воды, содержащейся въ сосудѣ, раздѣлена на многіе стол-

столбы 1, 2, 3, 4, 5 (фиг. 34), изЪ которыхЪ каждый составленЪ изЪ равнаго числа частей. Ежели дно сосуда, служащее основанiемЪ и подпорою всѣмЪ симЪ столбамЪ, открыто будетЪ вЪ *a*; то столбЪ 3, не будучи болѣе поддерживаемЪ, упадетЪ чрезЪ отверстiе, скользя между двухЪ столбовЪ 2 и 4, которые поддерживаются частями *b* и *c* дна сосуда, и которыхЪ всѣ подвижныя части учинятся какЪ бы маленькими катками, которые производя тренiе токмо втораго рода (97) мало задерживаютЪ паденiе столба. Сiе есть слѣдствiе малаго сихЪ частей между собою сцѣпленiя (280). Естьли бы столбы 1 и 2 сЪ одной, и 4 и 5 сЪ другой стороны состояли изЪ частей сцѣпленныхЪ между собою, то остались бы они во всей своей длинѣ, какЪ бы, на примѣрЪ, свѣчки; и отЪ паденiя столба 3, сдѣлалось бы между ними порожнее мѣсто. Но какЪ всѣ сiи части весьма малы и весьма подвижны, то какЪ скоро вершина столба 3 начинаетЪ опускаться, они распадаются, не бывЪ поддерживаемы сЪ его стороны: и такимЪ образомЪ поверхность цѣлой массы опускается вмѣстѣ вся вЪ низЪ, хотя и одинЪ только столбЪ своимЪ паденiемЪ вытекаетЪ.

Когда части имѣютъ клейкость, какъ въ жидкихъ тѣлахъ тучныхъ, или когда масса жидкаго вытекающаго болѣе имѣетъ широты въ отношеніи къ своей высотѣ, то весьма видна бываетъ пустота, остающаяся поверхъ столба опускающагося; ибо въ такомъ случаѣ поверхность, вмѣсто того, чтобъ быть плоскою, вдавливается въ срединѣ и получаетъ видъ воронки (360), потому что ближнія части не довольно скоро притекаютъ занимать мѣсто частей, которыя тяжесть прямая спускаетъ внизъ: сверхъ того давленіе воздуха надъ скважиною сильнѣе, нежели его сопротивленіе съ низу.

287. Изъ сказаннаго нами теперь легко усмотрѣть (285), сколько текучесть дѣлаетъ перемѣны въ дѣйствіяхъ тяжести. Когда въ сосудѣ A B (фиг. 33) наполненномъ водою, отнявъ трубку E F, поднимать поршень G, то надобно будетъ держать только вѣсъ столба воды на поршнѣ стоящаго, потому что сей столбъ можетъ двигаться независимо отъ прочей воды: но когда бы вся масса воды превратилась въ ледъ, то потому только, что вода уже не была бы жидкая и что всѣ части ея были бы сцѣплены, надлежало бы для

под-

поднятія поршня поднять грузъ всея массы.

288. *Жидкія текучія тѣла гнѣтутъ во всѣ стороны.* То есть, не только тяжестію своею стремятся, какъ всѣ прочія тѣла, съ верху въ низъ; но всею силою груза своего гнѣтутъ препятствія, встрѣчающіяся имъ съ боковъ и съ низу въ верхъ. Для сего бочка, наполненная масломъ жидкимъ, опорожнивается, когда сдѣлать у нее на боку отверстіе. Ежели масло застыло, то не вытечетъ: въ семъ послѣднемъ случаѣ масло будетъ твердымъ тѣломъ; а твердыя тѣла бременятъ только съ верху въ низъ, не въ стороны.

289. Для уразумѣнія сего боковаго гнѣтенія, равно какъ и того, которое оказываютъ жидкія тѣла съ низу въ верхъ, надобно примѣтить, что ихъ частицы суть какъ бы собраніе маленькихъ шариковъ, которые содержатся въ сосудѣ; не трудно понять, что сіи маленькіе шарики не всѣ расположены правильно нитью одинъ за другимъ, такъ какъ мы предполагали выше сего (фиг. 34); но что весьма часто столбъ гнѣтетъ между двумя другими и силится оныя удалить другъ отъ друга, какъ то можно видѣть въ фиг. 35, гдѣ перпендикулярное гнѣтеніе на точку *d*, пе-

переносится боковыми столбами къ сторонамъ *e*, *f* сосуда; такъ что ежели бы сосудъ былъ открытъ въ сихъ мѣстахъ, то жидкое вещество вытекло бы ради великой движимости частей его. То же самое должно сказать для объясненія причины гнѣтенія съ низу въ верхъ: когда столбъ *df* стремится раздвинуть двѣ частицы *g*, *h*, то частица *g* не можетъ итти далѣе, потому что она упирается въ стѣны сосуда; но частица *h* можетъ быть приподнята съ низу въ верхъ, развѣ когда столбъ равной столбу *i k*, или что нибудь равносильное, гнѣтя оную удерживаетъ на мѣстѣ.

290. По сему вода поднятая насосомъ, такъ называемой Самаритянки (въ Парижѣ), спускаясь изъ водоема въ трубу вертикальную, и потомъ горизонтально протекая чрезъ другую трубу подъ мостовою, всходитъ чрезъ третью трубу до фонтана. По сему же можно наполнить сосудъ или чрезъ горло, или сквозь дно, сдѣлавъ на семъ послѣднемъ скважины съ клапанами, какъ то дѣлается въ большихъ бадьяхъ, употребляемыхъ для черпанія воды изъ колодезей въ Бисетрѣ: безъ сего надлежало бы наклонять сіи бадьи для наполненія ихъ; что

что было бы не удобно, по причинѣ ихъ длины.

291. Изъ сего слѣдуетъ еще, что въ строеніи плотинъ, водохранилищъ и прочихъ зданій гидравлическихъ, для держанія воды, надлежитъ дѣлать оныя пропорціональными къ боковому тнѣтенію, которое должны они выносить, которое тнѣтеніе тѣмъ болѣе бываетъ, чѣмъ высота воды знатнѣе. Для сего-то таковыя зданія должны быть толще и тверже въ низу, нежели въ верху. Таковыя же почти должно брать предосторожности для грубыхъ жидкихъ тѣлъ (280), которыя могутъ разсыпаться, или отъ мѣлкости частей ихъ, или отъ малой ихъ связи между собою. Стѣны, дѣлаемыя для удержанія насыпей, должны быть довольно крѣпки, что бы противиться боковому давленію земли, которое тѣмъ болѣе бываетъ, чѣмъ земля менѣе вязка, а насыпи возвышеннѣе

292. *Всѣ части одной жидкой матеріи бываютъ тогда въ равновѣсіи между собою, въ одномъ ли оная находится сосудѣ, или во многихъ имѣющихъ сообщеніе, когда верхнія ихъ поверхности находятся на одной плоскости параллельной къ горизонту.* Сіе

есть

есть слѣдствіе сказаннаго нами выше (229): ибо, поелику частица *h* (фиг. 35) должна быть поднята съ низу въ верхъ, ежели только столбъ равный столбу *i k* не бременитъ ея и не держитъ; то для равновѣсія надлежитъ верхнимъ концамъ сихъ двухъ столбовъ быть на той же плоскости горизонтальной, или въ точкахъ равно отстоящихъ отъ центра земли, которыя точки слѣдовательно не могутъ находиться въ прямой линѣѣ: на 1000 тоазовъ разстоянія разность бываетъ почти на 1 футъ. По сему свойству жидкихъ текучихъ тѣлъ вода, проводимая чрезъ подземные каналы, восходитъ столь же высоко, какъ высоко то мѣсто, съ котораго она течетъ, чрезъ какую бы глубину ее ни проводить. Въ обыкновенномъ употребленіи полагается по полулиніи на тоазъ, что бы преодолѣть сопротивленіе треній (105): но, по сказанному теперь нами, сіе не совсѣмъ необходимо нужно: какъ бы ни дологъ былъ путь, вода взойдетъ стольже высоко, какъ высоко мѣсто, съ котораго она идетъ; надобно ей только нѣсколько болѣе времени. Сіе же можетъ показать причины источниковъ, находящихся иногда на вершинѣ горъ. Сіи воды должны приходить съ горъ болѣе возвы-

вышенныхъ (близкихъ или отдаленныхъ) подземными каналами, которые имѣютъ видъ почти сифоновъ обращенныхъ. Изъ сего же равновѣсія слѣдуетъ, что ежели есть многія водохранилища, имѣющія сообщеніе; то довольно увидѣть одно изъ нихъ, чтобы судить о вышинѣ воды въ другихъ: она конечно будетъ во всѣхъ на одинакой высотѣ.

293. Мы сказали теперь (292), что, дабы части текучаго жидкаго вещества были въ равновѣсіи, надобно вышнимъ ихъ поверхностямъ быть на одной плоскости, параллельной къ горизонту. Изъ чего слѣдуетъ, что когда поверхность воды весьма обширна, то оная конечно чувствительно выпукла. Сіе легко примѣтить на морѣ, на которомъ мачты корабля отдаленнаго усматриваются прежде, нежели можно видѣть самой корабль; также на землѣ на равнинѣ прежде видны бываютъ верхи колоколенъ городскихъ, нежели домы. Причина сему та, что мы видимъ по прямой линѣѣ: а выпуклостію земли или моря пресѣкается зрительный лучь, приходящій отъ нижнихъ частей, на томъ разстояніи, на которомъ лучь, приходящій отъ вышнихъ ча-

частей, свободно доходитъ до глаза зрителя.

294. *Жидкія текучія вещества гнѣтутъ какъ перпендикулярно, такъ и въ стороны не въ содержаніи ихъ количества, но въ содержаніи высоты ихъ надъ плоскостію горизонтальною, и ширины основанія противящагося ихъ паденію.* То есть, ежели наполнишь водою многіе сосуды, которые бъ всѣ были одинакой высоты, и которыхъ дны равны: то всѣ сіи дны будутъ равно обременены, какая бы форма и емкость ни была сихъ сосудовъ. Положимъ, что водою наполнены три сосуда: ABCD (фиг. 36), EFGH (фиг. 37), LMNOPQ (фиг. 38), которыхъ высоты AB, IF, LT суть одинакія, и у которыхъ дны BC, FG, NO всѣ равны. Опытомъ доказано, что всѣ сіи дны равно бываютъ обременены, хотя количества воды, наполняющей сосуды, весьма разныя. Въ сосудѣ, фиг. 36 дно BC бременится всею массою воды ABCD: здѣсь жидкое тѣло вѣситъ какъ бы твердое: положимъ, что вѣсъ его будетъ въ 6 фунтовъ. Въ сосудѣ фиг. 37 не трудно видѣть, по вышесказанному (285), что дно FG обременено только шестью фунтами

тами, хотя емкость сего сосуда гораздо болѣе перваго: ибо дно F G держитъ на себѣ только столбъ I F G K, равный столбу сосуда фиг. 36, гнѣтущій независимо (284) отъ прочей воды, которая опирается на стѣны E F, H G сосуда фиг. 37. Трудность только состоитъ понять, какъ въ сосудѣ фиг. 38 дно N O обременено также шестью фунтами, хотя можетъ быть одного фунта довольно для наполненія сего сосуда. Сіе такъ объяснить можно. Извѣстно, что на часть T V дна N O есть давленіе равное давленію столба воды, котораго основаніе есть T V, а высота L T. Ежели на всѣ прочія подобныя части того же дна есть давленіе, равное давленію сего столба L T V Q, то сіе дно вездѣ равно обременено. На примѣръ, на часть V X есть давленіе, равное давленію столба воды Q V X R, которой будетъ равенъ столбу L T V Q: ибо малый столбъ воды P V X S, стремится подняться отъ давленія ближняго столба L T V Q (289), съ силою равною излишеству L M P Q сего большаго столба надъ малымъ: и онъ давитъ на часть P S верхней стѣнки съ сею силою. *Но противудѣйствіе равняется гнѣтенію* (112).

И

И такЪ часть PS противудѣйствуетЪ сЪ силою равною излишку LMPQ большаго столба надЪ малымЪ. Слѣдовательно есть на часть VX дна NO давленіе сложное изЪ давленія малаго столба воды PVXS и противудѣйствія части PS, равнаго давленію столба воды QPSR, которыя оба вмѣстѣ взятые равняются давленію столба LTVQ. Что здѣсь утверждается о частицѣ VX, тоже можно сказать и о прочихЪ всѣхЪ. Слѣдовательно сосуда фиг. 38 дно вездѣ равно обременено; слѣдовательно и проч.

295. ИзЪ сего слѣдуетЪ предложеніе, которое сперва покажется парадоксомЪ, но которое тѣмЪ не менѣе истинно, и имѣетЪ великое вліяніе почти на всѣ машины гидравлическія; то есть, что тоже количество воды можетЪ оказать силу вЪ двѣсти или триста кратЪ большую или меншую, по способу, какЪ оное употреблено будетЪ. На примѣрЪ, ежели такое количество воды, какое вмѣститься можетЪ вЪ сосудѣ фиг. 37, налить вЪ сосудЪ подобный фиг. 38, но столько высокой, чтобы вошла вЪ него вся вода; то тнѣтеніе на дно NO будетЪ гораздо болѣе, нежели на дно FG.

296. Также слѣдуетъ изъ сказаннаго, (294), что можно сдѣлать, чтобы треснула бочка TO (*фиг.* 39), наполненная уже водою, обременивъ ее еще нѣсколькими фунтами посредствомъ трубки AB, которая длиною отъ 25 до 30 футовъ. Изъ сказаннаго нами о сосудѣ фиг. 38 явствуетъ, что сіе малое количество воды, наполняющее трубку AB, обременитъ дно бочки такъ, какъ бы столбъ воды былъ толщиною съ бочку, а длиною съ трубку, въ которомъ столбѣ должно быть чрезвычайно великому вѣсу.

Тяжесть и Равновѣсіе многихъ жидкихъ тѣлъ, имѣющихъ разныя густоты.

297. Выше сказали мы (280), что жидкія вещества суть собранія малыхъ тѣлъ, чрезвычайно подвижныхъ между собою, независящихъ другъ отъ друга, бременящихъ отдѣльно другъ отъ друга, по мѣрѣ малыхъ своихъ массъ. Надобно еще сказать, что каждое изъ сихъ малыхъ тѣлъ есть собраніе маленькихъ частицъ еще тончайшихъ и крѣпко сцѣпленныхъ между собою. Фигуры и величины сихъ маленькихъ частицъ, равно какъ и фигуры маленькихъ тѣлъ, изъ нихъ составленныхъ,

причиняютЪ больше или меньше пустоты вЪ ихЪ промежуткахЪ, и слѣдовательно больше или меньше поровЪ (15); отЪ чего и происходятЪ разныя густоты вЪ жидкихЪ веществахЪ.

298. *Единой разности вѣсу, или густоты, довольно кЪ раздѣленію частей веществЪ жидкихЪ многихЪ, смѣшенныхЪ вмѣстѣ, ежели другія причины сильнѣйшія сему не препятствуютЪ.* Мы выше сказали (284), что части жидкихЪ веществЪ оказываютЪ свою тяжесть независимо другЪ отЪ друга. Имѣющія болѣе густоты, имѣя болѣе и силы занимать нижайшее мѣсто, принуждаютЪ другія уступать имЪ мѣсто; и такимЪ образомЪ дѣлается раздѣленіе: на примѣрЪ, ежели смѣшать вмѣстѣ воду и масло, и потомЪ дать смѣси устояться, то вода, имѣя болѣе густоты, нежели масло, займетЪ нижнюю часть сосуда, а масло взойдетЪ на верхЪ. Ежели сего когда не случается, то для того, что есть причины сему противящіяся. Сіи причины суть: 1е. тренія, которыя возрастаютЪ по мѣрѣ большаго раздѣленія, ибо тогда поверхности увеличиваются, какЪ на примѣрЪ, когда смѣшать вино и воду; вода хотя и гуще вина, не отдѣлится отЪ

онаго,

бнаго. 2е. Клейкость матерій, какъ на примѣръ, когда сбиваемы бываютъ бѣлки яичные, и чрезъ то примѣшивается въ нихъ много воздуху: воздухъ хотя и гораздо легче, не имѣетъ силы разорвать свою оболочку, что бы свободиться. 3е. Сходство двухъ жидкихъ веществъ, отъ котораго они раздѣляются болѣе, и подвергаются треніямъ, которыя болѣе нежели замѣняютъ разность ихъ густотъ: ибо винной спиртъ, смѣшенный съ водою, не отдѣляется отъ оной, а масло отдѣляется. По чему довольно молоку дать постоять спокойно для отдѣленія сливокъ, матеріи жирной, отъ молока, которое есть вещество водянистое.

299. *Двѣ жидкія матеріи, имѣющія разную густоту, бываютъ тогда въ равновѣсіи, когда, при одинакихъ основаніяхъ, высоты ихъ, перпендикулярныя къ горизонту, суть въ обратномъ содержаніи ихъ густотъ или тяжестей удѣльныхъ или собственныхъ.* Тогда гнѣтенія бываютъ равныя, изъ чего и происходитъ равновѣсіе На примѣръ, ежели налить въ обращенный сифонъ ртути, и потомъ въ одинъ конецъ налить воды; то, чтобы приподнять ртуть на дюймъ выше,

надобно, чтобъ вода стояла въ вышину почти на $13\frac{1}{2}$ дюймовъ. И такъ высота воды будетъ въ $13\frac{1}{2}$ кратъ болѣе высоты ртути, равно какъ густота ртути въ $13\frac{1}{2}$ кратъ болѣе густоты воды.

300. Жидкія тѣла упругія или воздухообразныя имѣютъ, какъ жидкія, всѣ свойства сихъ веществъ, и о нихъ можно сказать все то, что мы доселѣ сказали о равновѣсіи тѣлъ жидкихъ; но они сверхъ сего имѣютъ другія свойства, зависящія отъ ихъ силы упругости, или той способности, по которой они большую или меньшую получаютъ величину, по мѣрѣ большаго или меньшаго на нихъ гнѣтенія. Воздухъ, котораго анализъ мы послѣ предложимъ (643), есть изъ всѣхъ жидкихъ упругихъ тѣлъ извѣстнѣйшее, наиболѣе разлитое, наиболѣе дѣйствующее въ натурѣ. Теперь мы предложимъ о его гнѣтеніи и равновѣсіи; не трудно будетъ подвести подъ сію же теорію и прочіе роды жидкихъ тѣлъ упругихъ.

301. *Воздухъ есть тѣло жидкое, тяжелое, которое гнѣтетъ во всѣ стороны, подобно прочимъ жидкимъ тѣламъ.* Хотя тяжесть не есть существенная принадлежность матеріи, и мы можемъ матерію пред-

представлять безъ сего стремленія къ центру земли; однако мы не знаемъ никакого вещества подлуннаго, которое бы не было тяжело, и не имѣемъ причины исключать воздухъ изъ общаго закона, простирающагося на всѣ тѣла подлунныя. При всемъ томъ древніе философы не знали тяжести воздуха. Они допускали въ Натурѣ тѣла двухъ родовъ: тяжелыя тѣла, какъ то, камень, металлъ, и вообще всѣ тѣла, которыя, будучи оставлены на свободѣ, несутся въ самое нижнее мѣсто, и тѣла легкія, какъ то, воздухъ, пламя, пары и проч. потому что сіи тѣла кажутся поднимающимися въ вышнія страны. И такъ они думали, что воздухъ одаревъ легкостію совершенною; а всѣ дѣйствія, коихъ причиною бываетъ тяжесть, приписываемы были *отвращенію* натуры, по ихъ мнѣнію, отъ *пустоты*. Сія легкость воздуха весьма долгое время господствовала: не болѣе ста шестидесяти лѣтъ тому, какъ доказана тяжесть воздуха. Строители фонтановъ *Космы де Медицисъ*, Великаго Герцога Тосканскаго, желая поднять воду на 50 или 60 футовъ, посредствомъ духоваго насоса, примѣтили, что вода поднимается только до извѣстной высоты,

 далѣе

далѣе которой натура, чрезъ пустоту же путь находящуюся, примиряется съ оною, или покрайней мѣрѣ сноситъ безъ жалобы сей недостатокъ. О семъ своенравіи натуры было сообщено строителями фонтановъ *Галилею*, которой обратилъ на сіе свое вниманіе, хотя до того времени доволенъ былъ, какъ и прочіе, изъясненіемъ чрезъ *отвращеніе отъ пустоты*, не видавъ еще предѣловъ онаго. Онъ удостовѣрился, чрезъ повторенные опыты, что вода не всходитъ выше 32 футовъ въ насосахъ духовыхъ и что прочая часть трубки остается пуста. Сего было довольно для него, чтобы востать противу *отвращенія отъ пустоты*, и не только не помышлять, что оное имѣетъ предѣлы, за которыми уже пустота натурѣ бываетъ не отвратительна, но началъ думать, что сіи явленія имѣютъ причину физическую, совсѣмъ отличную отъ того, что прежде выдумано было къ изъясненію оныхъ. Что онъ подозрѣвалъ, то ученикъ его *Торицелли* доказалъ очевидно. Онъ первый показалъ въ 1645 году, что столбъ воздушный въ атмосферѣ приходитъ въ равновѣсіе съ столбомъ другой жидкой матеріи, имѣющей то же основаніе; и чтобы не

имѣть

имѣть нужды въ длинной трубкѣ, онъ употребилъ вмѣсто воды ртуть. И такъ взялъ онъ стеклянную трубку почти въ 3 фута длиною и отъ 2 до 3 линій въ діаметрѣ, запаянную съ одного конца, а съ другаго открытую: наполнилъ ее чистою ртутью, и закрывъ отверстіе пальцомъ, перевернулъ ее и опустилъ открытой ея конецъ въ сосудъ, наполненной также ртутью. Какъ скоро отнялъ онъ палецъ, то столбъ ртути, которой былъ около 36 дюймовъ длиною, сдѣлался въ длину около 28 дюймовъ. Ежели теперь сравнить опытъ *Галилеевъ съ Торицелліевымъ*, то видно будетъ, что столбы жидкихъ веществъ стоящіе такимъ образомъ въ высоту, уменшаются въ долготѣ, по мѣрѣ какъ увеличиваются ихъ густоты: видно будетъ, что причина, поднимающая воду на 32 фута, не можетъ держать ртуть выше 28 дюймовъ Когда сверхъ сего извѣстно, что сіи два столба, столь различные въ долготѣ, имѣютъ вѣсъ совершенно равной: то не должно ли признаться, что сіе есть дѣйствіе равновѣсія? И какая же сила можетъ дѣлать равновѣсіе симъ столбамъ висящимъ, ежели не воздухъ, которой тнѣтетъ своимъ вѣсомъ на содержащееся въ

 со-

сосудѣ жидкое вещество? Такѣ судилѣ *Торицелли*, и такѣ судили послѣ него всѣ почти Физики.

302. *Пасхаль* прибавилѣ доказательства кѣ *Торицелліевымѣ*. Онѣ дѣлалѣ слѣдующее умозаключеніе: „Ежели воздухѣ „есть причиною сего явленія, то потому, „что онѣ тяжелѣ и жидокѣ; слѣдовательно „но гнѣтеніе его должно быть, какѣ гнѣ„теніе жидкихѣ веществѣ; уменьшаться „или увеличиваться оное должно по высотѣ „его; и столбы жидкихѣ веществѣ, сѣ которы„ми онѣ поставляемѣ будетѣ вѣ равновѣсіе, „всегда будутѣ больше, или менше длинны, по „мѣрѣ какѣ они будутѣ густы.„ Изѣ сего слѣдуетѣ, что столбы воздуха должны производить давленіе тѣмѣ большее и держать вѣ трубкѣ жидкое тѣло тѣмѣ выше, чѣмѣ они сами длиннѣе: при подошвѣ горы они длиннѣе, а на вершинѣ короче. Для сего *Пасхаль* упросилѣ своего родственика Г. *Перріе*, которой былѣ тогда вѣ Клермонѣ вѣ Оверніи, воспользоваться высотою горы, извѣстной подѣ именемѣ *Пюи де Домѣ*, что бы сдѣлать слѣдующій опытѣ.

303. ОПЫТЪ. Г. *Перріе* приложилѣ *Торицелліеву* трубку кѣ доскѣ, на которой назначилѣ раздѣленія на дюймы и ли-

линіи, и замѣтивъ какъ высоко стояла ртуть въ сей трубкѣ, при подошвѣ горы *Пюи де Дома*, увидѣлъ, что ртуть опускалась по мѣрѣ, какъ онъ восходилъ на гору, и что напротивъ поднималась, и въ той же пропорціи, по мѣрѣ какъ онъ спускался съ горы. Разность найдена была въ 3 дюйма и 1 линію. Сей опытъ, изобрѣтенный *Пасхалемъ* и многократно повторенный, всегда показывалъ одинакое дѣйствіе; изъ чего и выведено заключеніе, что ртуть держится въ трубкѣ *Торицелліевой* отъ гнѣтенія воздуха на ртуть, находящуюся въ сосудѣ; потому что видѣли, что ртуть въ трубкѣ опускается, когда столбъ воздуха, отвѣтствующій сему сосуду, становится короче. Сіи опыты, доказавъ неоспоримымъ образомъ тяжесть воздуха, заставили относить къ сей жидкой матеріи многія натуральныя дѣйствія, которыя до того времени приписываемы были причинѣ химерической.

304. *Пасхалъ* повторилъ потомъ сей же опытъ съ водою, виномъ, масломъ и проч. и высоты столбовъ сихъ жидкихъ матерій всегда находимы были пропорціональными къ ихъ густотамъ; очевидный доводъ, что они приходили въ равновѣсіе съ тя-

жестію, которая не могла быть иная, какЪ тяжесть воздуха.

305. Многіе Физики, снабдивЪ себя трубкою Торицелліевою, придѣланною, по образцу Г. Перріе (303), кЪ доскѣ сЪ означеніемЪ раздѣленій на дюймы и линіи, не преминули часто оную осматривать; что заставило ихЪ замѣтить случающіяся перемѣны вЪ высотѣ стоянія ртути. ИзЪ сего заключили, что давленіе воздуха, которое есть причиною висѣнія столба ртутнаго вЪ трубкѣ, бываетЪ иногда больше, иногда меньше, и слѣдственно больше или меньше сильно дѣйствуетЪ на наши тѣла: по чему сЪ того времени начали помышлять сдѣлать изЪ *Торицелліевой* трубки новой метеорологической инструментЪ, тотЪ самой, которой мы нынѣ называемЪ *БарометромЪ* (фиг. 40).

306. ВоздухЪ дѣйствуетЪ на сей инструментЪ двоякимЪ образомЪ, тяжестію своею и упругостію. По чему перемѣнное тнѣтеніе его на сосудЪ барометра произходитЪ отЪ двухЪ причинЪ, то есть, отЪ перемѣны тяжести его и перемѣны упругости. Тяжесть его перемѣняется отЪ перемѣны густоты его и отЪ большаго или меньшаго количества веществЪ посторонних-

нихъ, которыя смѣшены съ нимъ, или которыя распустились въ немъ; а упругость его перемѣняется отъ перемѣны густоты его и отъ большаго или меньшаго жару, дѣйствующаго на него. Большая часть веществъ постороннихъ, которыя только смѣшиваются съ воздухомъ въ видѣ упругихъ жидкихъ матерій, уменшають вѣсъ столба воздушнаго, для того что они легче его; но вещества, разтворенныя въ воздухѣ, прибавляютъ ему густоты и слѣдственно вѣсу, подобно какъ соль разтворенная въ водѣ прибавляетъ ей вѣсу и густоты. Чтожъ касается до упругости воздуха, то жаръ увеличиваетъ оную, уменшаетъ въ тоже время густоту его, дѣлая его рѣже, и часто случается, что одна другую замѣняетъ. Но какъ прибавленіе упругости воздуха отъ жара пропорціонально къ силѣ сгнѣтающей его въ то время, какъ онъ согрѣтъ (932), то можетъ и не случиться сія замѣна. Тогда изъ сихъ двухъ дѣйствій усматривается только превосходство сильнѣйшаго надъ слабѣйшимъ.

307. Барометръ имѣетъ еще другое свойство, не менѣе примѣчательное. Онъ предвозвѣщаетъ перемѣны времени, а особливо,

ливо, когда оныя должны быть весьма примѣтныя. Сіи предсказанія вѣ многихѣ обстоятельствахѣ могутѣ быть полезны, какѣ на примѣрѣ, для полевыхѣ работѣ, путешествій и проч. По всѣмѣ наблюденіямѣ, учиненнымѣ надѣ барометромѣ, кажется быть довольно вѣрнымѣ слѣдующее: 1е. что средняя вышина ртути во Франціи есть 27½ дюйма; 2е. что перемѣны сей вышины не простираются далѣе 3 дюймовѣ, то есть, что самое нижнее его стояніе вѣ 26 дюймовѣ, а самое большее его возвышеніе 29 дюймовѣ; 3е. что сіи перемѣны не столько велики у экватора, а вѣ сѣверныхѣ климатахѣ болѣе; 4е что когда ртуть вѣ барометрѣ опускается, на какой бы высотѣ оная ни стояла, тогда возвѣщаетѣ дождь, или вѣтрѣ, или вообще то, что называется дурною погодою; 5е. что напротивѣ, когда поднимается, хотя бы передѣ тѣмѣ стояла онѣ на 26 дюймовѣ, возвѣщаетѣ хорошую погоду; 6е. что сіи предсказанія иногда не сбываются, а особливо ежели перемѣны вышины ртути дѣлаются медленно и на малое количество; 7е. что напротивѣ бываютѣ оныя почти необманчивы, когда ртуть поднимается или опускается на знатное количество вѣ

малое

малое время, какъ на примѣръ, на 3 или 4 линіи въ нѣсколько часовъ.

308. Явственно видно, что большимъ возвышеніемъ ртути въ барометрѣ означается большее гнѣтеніе воздуха; но требуется узнать, какое есть сродство между симъ гнѣтеніемъ большимъ или меньшимъ и перемѣною времени, которая послѣдуетъ иногда не прежде, какъ спустя 10 или 12 часовъ. Сіе постараемся изъяснить. Гнѣтеніе воздуха на сосудъ барометра происходитъ отъ его вѣсу и его упругости; но какъ сіи двѣ причины могутъ измѣняться, какъ то мы не давно показали (306), то и гнѣтеніе, производимое ими, измѣняется. Когда воздухъ распуститъ въ себѣ великое количество воды, то собственная его тяжесть увеличится (306); столбъ воздуха, стоящій на сосудѣ барометра, сдѣлается тяжелѣ и ртуть поднимется. Когда растворение еще не совершилось, прозрачность воздуха помутится; отъ сего произойдутъ туманы, при которыхъ поднимется барометръ Но ежели растворение совершилось, то воздухъ сдѣлается прозраченъ, хорошая погода появится; что и возвѣстится восхожденіемъ ртути въ барометрѣ. Когда какія нибудь при-

чины

чины принудятЪ сію растворенную воду низвергаться и ниспадать вЪ нижнюю страну атмосферы, то прежде, нежели она довольно сгустится, чтобы ей собраться вЪ капли и составить дождь, часть ея уже дойдетЪ до поверхности земли. Доказательство сему то, что когда время готовится кЪ дождю, то всѢ тѢла, вЪ кои вода не можетЪ проникать, какЪ на примѢрЪ, решетки желѢзныя, камни твердые и проч. становятся мокры. СтолбЪ воздушной, которой давилЪ ртуть вЪ сосудѢ барометра, сдѢлается не столь тяжелымЪ чрезЪ потеряніе той части воды, которая дошла до земли, и барометрЪ опустится и предвозвѢститЪ дождь, которой пойдетЪ вскорѢ потомЪ, составяся изЪ оставшейся воды, которая будетЪ имѢть время собраться вЪ капли.

309. Признаюсь, что есть наблюденія, которыя, кажется, противорѢчатЪ данному нами изЪясненію. Иногда случается, что барометрЪ поднимается во время самаго дождя, когда воздухЪ облегчается отЪ воды, которую онЪ держалЪ вЪ себѢ растворенною: также случается часто, и я сіе примѢтилЪ многократно, а паче зимою, что чрезЪ цѢлые мѢсяцы всегда, какЪ

ртуть

ртуть поднимается въ барометрѣ, идетъ дождь, а всегда, какъ она опускается, настаетъ хорошая погода. Однакожъ я думаю, что сіе можно весьма хорошо согласить съ вышепоказаннымъ изъясненіемъ (308). Ибо, какъ мы сказали, великое количество растворенной воды въ воздухѣ увеличиваетъ вѣсъ его. И такъ, ежели во время дождя дѣлается въ воздухѣ новое раствореніе воды обильнѣе количества падающей воды (а сіе иногда случается), то барометръ поднимается. Ежели сія растворенная вода остается въ нижней части атмосферы, то возвышеніемъ ртути возвѣстится новый дождь, что часто случается въ подобномъ обстоятельствѣ. На конецъ, ежели воздухъ разтворяетъ великое количество воды, и въ тоже время стужа или иная какая причина препятствуетъ сей водѣ растворится совершенно и подняться на великую высоту, то тѣмъ не менѣе вода увеличитъ вѣсъ воздуха, отъ чего барометръ поднимется; а однако будетъ она готова собраться въ капли и составить дождь, которой вскорѣ потомъ пойдетъ. Между тѣмъ какъ сей дождь идетъ, ежели не будетъ новаго растворенія, воздухъ сдѣлается легче, барометръ опу-

опустится, и при всемъ томъ возвѣститъ наступающую хорошую погоду. Такимъ образомъ, думаю, можно по обстоятельствамъ изъяснить сіе нѣкотораго роду сродство, которое кажется существуетъ между тяжестію воздуха и перемѣною времени. Хорошая погода можетъ также быть и при уменшеніи тяжести воздуха, когда примѣшается къ нему иное какое упругое жидкое тѣло, которое легче его, и которое не мутитъ прозрачности его. Наконецъ упругость воздуха, коея сила можетъ быть разная отъ разныхъ причинъ, поможетъ еще перемѣнѣ его тнѣтенія: упругость сія иногда дѣйствуетъ совокупно съ тяжестію и увеличиваетъ ея дѣйствіе; иногда же дѣйствуетъ въ противную сторону, и можетъ такимъ образомъ уменьшить или замѣнить дѣйствіе увеличенія тяжести. И такъ хорошая или дурная погода можетъ быть, на какой бы вышинѣ ни находилась ртуть въ барометрѣ; и сіе не опровергаетъ изъясненія, даннаго нами на сіе явленіе.

310. Трубка *Торицеллієва*, изъ которой Физики сдѣлали барометръ, называется *простымъ* барометромъ. Изъ всѣхъ до нынѣ выдуманныхъ, сей должно пред-

по-

почесть вѣ дѣланіи наблюденій, требующихѣ точности, по причинѣ неизбѣжныхѣ неудобствѣ, которыя вѣ другихѣ находятся. Ежели кто любопытенѣ знать всѣ прочіе барометры, тотѣ найдетѣ оные пространно и вѣ точности описанные вѣ моемѣ Словарѣ (Физическомѣ (*Dictionnaire raisonné de Physique, tom. 1. page 222. et suivantes.*).

311. Мы сказали, что воздухѣ (301) гнѣтетѣ во всѣ стороны, сѣ верху вѣ низѣ, вѣ бока и сѣ низу вѣ верхѣ. Гнѣтеніе его сѣ верху вѣ низѣ довольно доказано вѣ предыдущемѣ. Не трудно усмотрѣть гнѣтеніе его боковое, равно какѣ и сѣ низу вѣ верхѣ. Ежели просверлить буравчикомѣ небольшую скважину на боку или на низу бочки, совсѣмѣ или почти наполненной, то находящееся вѣ ней жидкое вещество не потечетѣ; потому что воздухѣ, гнѣтущій у скважины, поддерживаетѣ оное вещество, которое не имѣетѣ довольной высоты, чтобы преодолѣть гнѣтеніе воздуха. Всѣ дѣйствія, зависящія отѣ гнѣтенія воздуха, также производятся вѣ комнатѣ, гдѣ столбѣ воздушной только до потолока идетѣ, какѣ бы и внѣ оной, гдѣ столбѣ сей имѣетѣ всю вышину атмосферы; потому что воз-

духѣ комнатный имѣетѣ сообщеніе со внѣшнимѣ, хотя чрезѣ замочную только дирочку. По чему вѣ барометрѣ, вѣ комнатѣ находящемся, ртуть стоитѣ также высоко, какѣ когда бы оной былѣ и на открытомѣ полѣ.

312. *Отѣ гнѣтенія воздуха зависитѣ дѣйствіе сифоновѣ.* Сифонѣ есть загнутая трубка ABC (*фиг.* 41) стеклянная, или металлическая, или деревянная и проч. у которой одинѣ рукавѣ AB короче другаго BC. Употребленіе сего инструмента состоитѣ вѣ томѣ, что конецѣ A (*фиг.* 42) короткаго рукава AB ставится вѣ сосудѣ EE, содержащій вѣ себѣ жидкое вещество: посредствомѣ сосанія вынимается воздухѣ чрезѣ конецѣ C длиннаго рукава BC. Тогда жидкое вещество начинаетѣ вытекать и не прежде перестаетѣ, пока короткой рукавѣ AB не будетѣ болѣе погруженѣ вѣ жидкомѣ веществѣ. Легко здѣсь усмотрѣть, что давленіе воздуха на поверхность жидкаго вещества вѣ сосудѣ, есть причиною сего вытеканія. Ибо положимѣ, что GF предѣлѣ атмосферы; всѣ точки поверхности A жидкаго вещества равно гнѣтутся отѣ столба воздушнаго AF: ежели вѣ которомѣ мѣстѣ сея поверхности уничтожится сіе

сіе гнѣтеніе, то жидкое вещество тамъ должно будетъ вытекать, потому что находитъ въ томъ мѣстѣ менѣе сопротивленія, нежели въ другомъ: по чему сифонъ весь и наполняется, когда высасывается воздухъ черезъ конецъ C.

313. Естьли бы оба рукава сифона были равной длины, какъ BA, BD, то жидкое вещество не потекло бы; потому что воздушной столбъ DG, которой бы противился въ D, будучи столько же высокъ, какъ и гнѣтущій въ A, былъ бы съ симъ въ равновѣсіи, такъ какъ и оба столба жидкаго вещества BA, BD находятся въ равновѣсіи. Но когда одинъ изъ рукавовъ BC длиннѣе другаго, то хотя соотвѣтствующій ему воздушный столбъ GC и длиннѣе того, которой гнѣтетъ въ A, не можетъ онъ воспрепятствовать теченію для слѣдующей причины. Представимъ воздушный столбъ GC раздѣленнымъ на двѣ части, изъ которыхъ одна GD дѣлаетъ равновѣсіе воздушному столбу FA, и могла бы остановить теченіе, естьли бы конецъ рукава былъ въ D. Количество жидкаго вещества, наполняющее часть сифона DC, не находитъ инаго сопротивленія въ C, какъ только воздушной столбъ DC,

или имѣющій такую же длину, но вѣсъ гораздо меншій. И такъ сія часть жидкаго вещества вытекаетъ по превосходству своей тяжести. Но, между тѣмъ какъ она течетъ, ничто не поддерживаетъ находящуюся надъ нею часть, которая необходимо за нею слѣдуетъ, а давленіе воздуха въ А гонитъ новое количество жидкаго вещества на мѣсто вытекающаго. Такимъ образомъ теченіе происходитъ непрерывно. По сему сопротивленіе воздуха въ С тѣмъ болѣе преодолѣвается, чѣмъ рукавъ сифона В С длиннѣе рукава А В. Доказательствомъ сему будетъ, ежели въ С прибавить трубку, которая бы учинила сей рукавъ еще длиннѣе; ибо тогда, въ данное время, болѣе вытечетъ жидкаго вещества, нежели сколько бы вытекло безъ сего прибавленія длины. Фигура и матерія сифона нимало не перемѣняетъ дѣйствія: жилка песчаная можетъ заступать его мѣсто.

314. Поелику гнѣтеніемъ воздуха поднимается жидкое вещество въ короткомъ рукавѣ ВА; слѣдовательно высота сего рукава ограничивается 32 футами, когда вещество жидкое есть вода, потому что воздухъ не можетъ воду поднять выше (301); а когда оное будетъ ртуть, то вы-

высота короткаго рукава не должна превышать 28 дюймовъ: ибо воздухомъ поддерживается ртуть только до сей высоты.

Тяжесть и Равновѣсіе твердыхъ тѣлъ, погруженныхъ въ жидкія.

315. Извѣстно, что твердое тѣло, которое погружается въ жидкое, и въ которое притомъ сіе послѣднее проницать не можетъ, занимаетъ въ семъ жидкомъ мѣсто такой величины, которая совершенно равна его величинѣ. Количество жидкаго тѣла, выгнанное изъ сего мѣста, или равняется густотою, или вѣсомъ своимъ твердому тѣлу, занявшему его мѣсто, или которое нибудь изъ нихъ вѣситъ болѣе, нежели другое. Въ семъ послѣднемъ случаѣ, которой есть обыкновеннѣйшій, количество вѣсу которымъ тяжелѣйшее тѣло превосходитъ легчайшее, называется *относительною Тяжестію.*

316. *Тѣло твердое, которое все погружено въ жидкое, гнѣтется со всѣхъ сторонъ окружающимъ его жидкимъ; и гнѣтеніе сіе тѣмъ большее бываетъ, чѣмъ тѣло твердое глубже погружено, а жидкое имѣетъ болѣе густоты.* Выше мы показали (288), что жидкія или текучія тѣ-

ла гнѣтутъ во всѣ стороны: слѣдовательно твердое тѣло, погруженное въ жидкое, гнѣтется со всѣхъ сторонъ. Мы доказали (298), что сіе гнѣтеніе возрастаетъ въ содержаніи высоты жидкаго: и такъ гнѣтеніе на погруженное тѣло тѣмъ болѣе бываетъ, чѣмъ глубже оно погружено. Наконецъ мы доказали (299), что бываетъ равновѣсіе между двумя такими жидкими тѣлами, которыхъ высоты въ содержаніи обратномъ густотъ ихъ: слѣдовательно въ равныхъ глубинахъ погруженное тѣло тѣмъ болѣе сгнѣтено, чѣмъ жидкое тѣло имѣетъ болѣе густоты.

317. Мы будучи погружены въ воздухѣ, которой есть жидкое тѣло, дѣйствующее по всѣмъ законамъ гидростатики (301), мы сгнѣтены со всѣхъ сторонъ воздухомъ насъ окружающимъ; и болѣе сгнѣтены на низкомъ мѣстѣ, нежели на высокомъ; и тѣмъ еще болѣе, чѣмъ гуще воздухъ. Правда, что сіе гнѣтеніе почти намъ не примѣтно, хотя оно весьма велико; ибо на человѣка средняго росту гнѣтеніе превышаетъ вѣсъ 30000 фунтовъ (*): сіе происходитъ 1 е. отъ того, что сіе гнѣ-

(*) Болѣе 800 пудъ на Россійской вѣсъ.

гнѣтеніе на насъ есть непрестанное: а чувствованія, къ которымъ мы привыкли, нѣкоторымъ образомъ, не суть уже болѣе для насъ чувствованія; мы примѣчаемъ хорошо только то, что необычайно; 2е. отъ того, что мы внутрь себя вдыхаемъ тоже тѣло жидкое; отъ чего происходитъ равновѣсіе между внѣшнимъ гнѣтеніемъ и внутреннимъ противудѣйствіемъ. Еще менѣе примѣчаемъ мы разности сего гнѣтенія, потому что оныя весьма мало чувствительны. Но иное было бы, когда бы мы, какъ рыбы, жили въ жидкомъ тѣлѣ, гораздо густѣйшемъ, какъ на примѣръ, въ водѣ. Рыба на поверхности воды обременена только тяжестію атмосферы; но когда погрузится на 32 фута глубины, то гнѣтеніе въ семъ послѣднемъ случаѣ будетъ въ двое болѣе перваго. Сіе было главною причиною, принудившею оставить употребленіе колокола водолазнаго: въ глубинѣ 60 футовъ, ощущаемо было водолазомъ гнѣтеніе внѣшнее или внутреннее столь сильное, что не можно сносить его нѣкоторое время, не подвергаясь той опасности что прорвутся кровяныя сосуды и кровь пойдетъ горломъ.

318. *Тѣло, погруженное въ жидкомъ, прибавляетъ сему вѣсъ, равный вѣсу вытѣснен-*

сненнаго имъ жидкаго, какая бы ни была густота сего тѣла. Ежели въ сосудѣ, почти полный воды, привѣшенный къ одному концу коромысла вѣсовъ и состоящій въ равновѣсіи съ тирькою, привѣшенною на другомъ концѣ, погрузить шарикъ деревянный или свинцовый одинакаго поперешника, держа однако оный на рукояткѣ; то въ обоихъ случаяхъ равной вѣсъ придается; ибо въ обоихъ случаяхъ одинакой вѣсъ должно будетъ прибавить на другомъ концѣ вѣсовъ для возстановленія равновѣсія. Слѣдовательно и проч. Причина сему та, что погруженное тѣло поднимаетъ въ сосудѣ въ верьхъ столько жидкаго, какъ когда бы прибавилось онаго количество равное величинѣ погруженнаго тѣла; а какъ жидкія тѣла оказываютъ тяжесть въ содержаніи перпердикулярныхъ ихъ высотъ (294): слѣдовательно какая бы ни была густота погруженнаго тѣла, ежели только величина его одинакова, всегда прибавитъ оно одинакой вѣсъ, и мы скоро увидимъ, что сей вѣсъ равенъ вѣсу жидкаго вытѣсненнаго изъ мѣста.

319. *Ежели тѣло погруженное тяжелѣ, нежели количество тѣла жидкаго имъ вытѣсненное изъ мѣста, то тяжесть*

жесть тѣла погруженнаго относительная (а не совершенная) *заставляетъ его упасть на дно, когда оно ничѣмъ не удерживается.* Доказывается сіе тѣмъ, что для недопущенія его упасть, требуется вѣсъ равный не всему его вѣсу, но единственно излишку вѣса его надъ вѣсомъ вытѣсненнаго имъ жидкаго. Погруженное тѣло занимаетъ мѣсто того количества тѣла жидкаго, которое было бы съ прочимъ въ равновѣсіи: и такъ количество жидкаго, находящагося въ низу, уступаетъ ему мѣсто только по мѣрѣ превосходства вѣсу его надъ вѣсомъ равнаго величинѣ его количества тѣла жидкаго; а какъ сіе превосходство вѣсу называется *тяжестію относительною*; то слѣдуетъ изъ сего:

320. *Что тѣло, погруженное въ жидкое, теряетъ часть своего вѣсу, и сія потерянная часть совершенно равна вѣсу количества вещества жидкаго вытѣсненнаго.*

ОПЫТЪ. L (*фиг.* 43.) есть небольшой мѣдной цилиндръ, которой можетъ точно собою наполнить стаканчикъ M, подъ которымъ виситъ. Приведи въ равновѣсіе и цилиндръ и стаканчикъ съ гирькою N, висящею подъ другою чашкою вѣсовъ;

и потомъ погрузи цилиндръ въ воду. Тогда гирька N перевѣситъ: слѣдовательно погруженное сіе тѣло потеряетъ часть своего вѣсу. Для востановленія равновѣсія, довольно обременить сіе плечо коромысла количествомъ воды, равнымъ величинѣ погруженнаго цилиндра L; что въ точности исполнится, ежели наполнить водою стаканчикъ M. Слѣдовательно сіе погруженное тѣло теряетъ часть своего вѣсу, совершенно равную вѣсу количества воды вытѣсненной, а остальная часть вѣсу его будетъ относительная его тяжесть, которую часть одну и должно поддерживать, ежели хотѣть, чтобы цилиндръ не упалъ на дно. По сему легко не допустить человѣка потонуть, держа его за что нибудь; ибо относительная его тяжесть въ водѣ весьма не велика.

321. Изъ сего слѣдуетъ, что *тѣло никогда не стремится падать всѣмъ напряженіемъ своея тяжести* (204); ибо всегда оно погружено бываетъ въ жидкомъ веществѣ; отъ чего принуждено терять часть своего вѣсу. И такъ остается ему для паденія относительная только его тяжесть.

322. Изъ сего еще слѣдуетъ, 1е. что *при равномъ количествѣ матеріи, или при*

при равномъ вѣсѣ, чѣмъ величина тѣлъ болѣе, тѣмъ болѣе теряютъ они своего вѣсу при погруженіи. Ибо вытѣсняютъ они тогда большее количество жидкаго вещества:

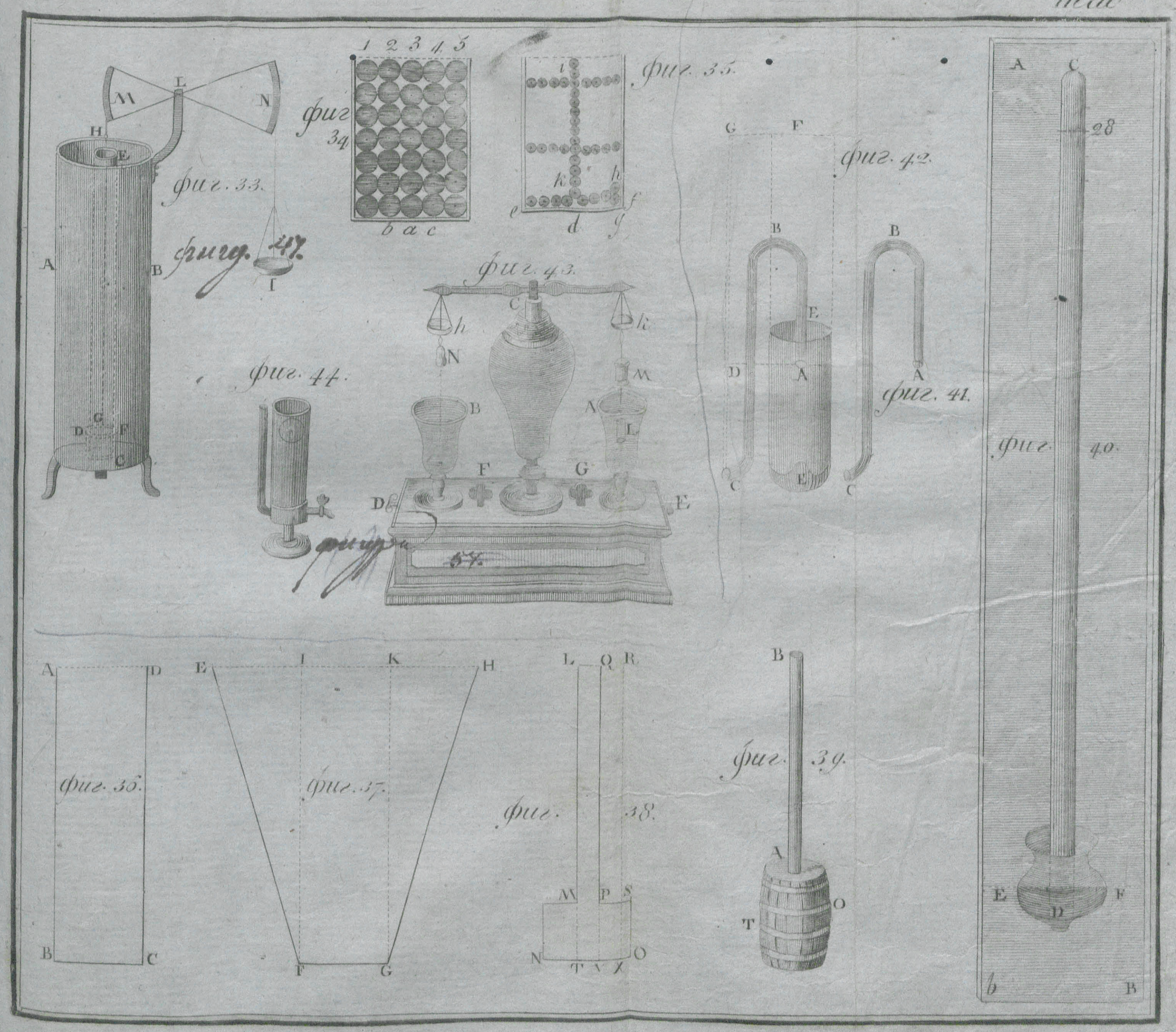
323. 2е. Что *чѣмъ гуще тѣло жидкое, въ которомъ твердое погружено, тѣмъ болѣе теряетъ своего вѣсу сіе тѣло чрезъ свое погруженіе.* Ибо въ такомъ случаѣ вытѣсняетъ оно часть жидкаго, имѣющую болѣе вѣсу. Вѣсъ же вытѣсненнаго жидкаго вещества опредѣляетъ часть вѣсу теряемую погруженнымъ тѣломъ (320). По сему тѣло потеряетъ болѣе вѣсу въ водѣ, нежели въ винномъ спиртѣ, а еще болѣе потеряетъ въ ртути.

324. *Ежели твердое тѣло легче, нежели равное величинѣ его количество жидкаго вещества, въ которое оно погружено, то оно частію выставляется на поверхности жидкаго; а погруженная его часть вытѣсняетъ такое количество вещества жидкаго, которое вѣситъ столько, сколько все тѣло твердое.*

ОПЫТЪ. Налей воды въ сосудъ, у котораго въ низу придѣланъ кранъ (*фиг.* 44): замѣть бумажнымъ вѣнчикомъ высоту, до ко-

которой вода стоитЪ: потомЪ опусти вЪ сосудЪ большой деревянной шарЪ; оный частью выставится поверхЪ воды, а погруженная его часть подниметЪ вЪ верхЪ столько воды, сколько бы ея прибыло, когда бы прилить оной количество равное величинѣ части тѣла погруженной. Послѣ отцѣди чрезЪ кранЪ воды столько, что бы поверхность ея спустилась до замѣтки. Явственно видно, что отцѣжено будетЪ воды столько, сколь велика погруженная часть шара. Взвѣсь сію отцѣженную воду сЪ шаромЪ; они будутЪ вЪ равновѣсіи. Слѣдовательно они одинакаго вѣсу. Слѣдовательно и проч.

325. И такЪ судно на рѣкѣ вытѣсняетЪ такое количество воды, которое точно столько вѣситЪ, сколько судно со всѣмЪ его грузомЪ; ежели оное нагружать болѣе, то оно будетЪ опускаться вЪ воду глубже и погруженная часть его будетЪ тѣмЪ болѣе, чѣмЪ оно болѣе нагрузится, или чѣмЪ меньшая будетЪ густота воды. По чему менѣе погружается оно вЪ морской водѣ, нежели вЪ прѣсной. И такЪ, когда судну надобно плыть попеременно и по морю и по прѣсной водѣ, тогда не должно грузить его столько, сколько бы мож-



фиг. 33.
фиг. 34
1 2 3 4 5
фиг. 35.
фиг. 42.
фиг. 43.
фиг. 44.
фиг. 41.
фиг. 40.
28
фиг. 35.
фиг. 37.
фиг. 38.
фиг. 39.

можно было для моря; ибо въ прѣсной водѣ оно потонетъ.

На вышедоказанномъ начальномъ положенiи (324) основано употребленiе ареометра.

326. Ареометръ (*) есть инструментъ, посредствомъ котораго узнается разность собственной тяжести жидкихъ тѣлъ. Самый простый и употребительнѣйшiй состоитъ изъ небольшаго пузырька стеклянаго B (*фиг.* 45), выдутаго тонко на огнѣ, имѣющаго горлышко A C длинное и тонкое, раздѣленное вдоль на равныя части. Что бы сей инструментъ могъ держаться среди жидкихъ веществъ въ вертикальномъ положенiи, то дѣлается онъ такъ, что бы центръ тяжести находился въ нижней его части: для сего придѣлывается пониже пузырька другой маленькой пузырекъ S, въ которой вливается ртути столько, что бы ареометръ весь не столько вѣсилъ, сколько вѣситъ равное ареометра величинѣ количество того жидкаго вещества, надъ которымъ производится посредствомъ его опытъ.

(*) По Руски называютъ сей инструментъ *волчкомъ*.

327. Когда такимъ образомъ устроенъ ареометръ, то погружаютъ его въ жидкія матеріи, которыя надлежитъ сравнивать: онъ не погружается въ оныя весь, поелику мы предполагаемъ его легче, нежели количество жидкаго, мѣрою равное съ нимъ: ибо твердыя тѣла, погружены бывъ въ тѣла жидкія, перестаютъ далѣе углубляться въ оныя, какъ скоро вытѣснятъ такое количество жидкаго, котораго вѣсъ равенъ вѣсу погруженныхъ тѣлъ (324). Они погружаются тѣмъ глубже, чѣмъ жидкое тѣло легче, или чѣмъ менѣе имѣетъ густоты; напротивъ тѣмъ меньше погружаются, чѣмъ жидкое тѣло тяжелѣ, или чѣмъ гуще Ежели вѣсъ ареометра такой, что углубляется онъ въ водѣ до E, то углубится онъ болѣе въ другихъ жидкихъ тѣлахъ, кои легче воды; въ винѣ, на примѣръ, углубится онъ до F; въ винномъ спиртѣ до G и проч. Но погруженный въ жидкихъ тѣлахъ, которыя тяжелѣ воды, не углубится онъ до E: на примѣръ, въ пивѣ углубится онъ только до D, и тѣмъ менѣе, чѣмъ жидкое вещество, въ которое онъ погруженъ, гуще, а слѣдовательно тяжелѣ.

328. Симъ средствомъ узнать можно, тяжелѣ или легче жидкое тѣло другаго, съ которымъ сравнивается; но нельзя узнать, чѣмъ одно другаго тяжелѣ или легче: ибо для сего надлежало бы въ точности знать содержаніе горлышка AC къ пузырькамъ B и S: а сіе не возможно по вышепоказанному устроенію (326): сверьхъ того надлежало бы горлышку A быть совершенно цилиндричному; чего никогда не бываетъ. Надежнѣйшій способъ, получить точное о семъ свѣдѣніе, состоитъ въ томъ, чтобы производить всегда опыты надъ величинами равными. Для сего должно употребить ареометръ *Фаренгейтовъ*, которой, безъ всякаго прекословія, есть наилучшій изъ всѣхъ до нынѣ выдуманныхъ.

329. *Фаренгейтов* Ареометръ (*фиг.* 46) состоитъ изъ овальной стеклянной тонкой бутылочки B, выдутой на лампадѣ, коея горлышко AC, весьма тонкое, держитъ на себѣ чашечку DE, въ которую кладутся маленькія тяжести. Въ пузырекъ дутаго стекла S, придѣланной къ нижней части, наливается для груза ртуть. На горлышкѣ припаивается финифтяное зернышко *a*; и такимъ образомъ инструментъ готовъ.

330. При употребленіи сего ареометра сперьва должно узнать въ точности вѣсъ его, которой не худо на немъ же и намѣтить, чтобы не забыть. Потомъ погружаютъ сей инструментъ въ перегнатую воду, и накладывая на него тяжести, углубляютъ его до мѣтки *a*. Сумма вѣсу, положеннаго въ чашечку DE для произведенія сего углубленія, вмѣстѣ съ вѣсомъ ареометра, дастъ точно вѣсъ воды измѣряемой ареометромъ (324). То же самое должно дѣлать и надъ жидкимъ другимъ тѣломъ, надъ какимъ угодно; съ тою же точностію окажется вѣсъ величины измѣряемаго жидкаго тѣла. Но какъ изъ сего явствуетъ, что сіи обѣ величины совершенно равны, потому что измѣряются тѣмъ же инструментомъ; то разностью вѣсу ихъ покажется разность собственной ихъ тяжести, или содержаніе ихъ густотъ. Чтобы узнать сіе содержаніе, то послать надобно сію пропорцію: собственная тяжесть сего жидкаго къ собственной тяжести воды перегнатой содержится, какъ вѣсъ величины сего жидкаго, измѣренной ареометромъ къ вѣсу величины воды, также измѣренному ареометромъ. Ежели извѣстна будетъ собственная тяжесть

од-

одной, то извѣстна будетъ чрезъ то собственная тяжесть и другаго, равно какъ тяжесть всякаго жидкаго изпытываемаго такимъ же образомъ.

Кто желаетъ знать разные ареометры до нынѣ изобрѣтенные, то найдетъ подробное оныхъ описаніе въ моемъ Словарѣ Физическомъ, (*Dictionnaire raisonné de Physique. Tom I pag.* 137 *et suiv.*)

331. На основаніи вышепоказанныхъ начальныхъ положеній (315, 320), можно узнавать собственную тяжесть тѣлъ, какъ твердыхъ, такъ и жидкихъ. Сія тяжесть есть вѣсъ тѣла, имѣющаго извѣстную и опредѣленную величину, какъ на примѣръ, кубической дюймъ, или кубической футъ. Для пріобрѣтенія сего свѣдѣнія взвѣшиваются тѣла гидростатическимъ образомъ, то есть, 1е. въ воздухѣ, 2е. въ водѣ. Въ такомъ случаѣ надлежитъ употреблять воду перегнатую, дабы быть увѣрену, что оная всегда одинакова, и притомъ дѣлать такъ, чтобы сія вода во всѣхъ опытахъ была въ одинакой степени теплоты. Извѣстно, что тѣло погруженное въ водѣ, вытѣсняетъ точно столько воды, сколько само велико (315), и что въ такомъ случаѣ теряетъ часть

своего вѣсу совершенно равную вѣсу вытѣсненной воды (320). Чрезъ сіе узнается 1 е. вѣсъ сего тѣла, 2 е. вѣсъ количества воды совершенно равнаго величинѣ сего тѣла. Сіи два вѣса, сравненные одинъ съ другимъ, покажутъ содержаніе находящееся между собственною тяжестію сего тѣла и тяжестію воды (коея собственную тяжесть предполагаю извѣстною), ежели сдѣлать сію пропорцію, въ которой 10,000 изображаютъ собственную тяжесть воды: какъ вѣсъ количества воды вытѣсненной содержится къ вѣсу сего тѣла, такъ 10,000 къ четвертому члену, который представляетъ собственную тяжесть сего тѣла.

Не безъ затрудненій бываетъ, сохранять точность въ опытахъ. Кто желаетъ узнать сіи затрудненія, равно какъ и средства предъупредить оныя, тотъ найдетъ оныя подробно описанными въ предисловіи къ сочиненію моему *о собственной Тяжести тѣлъ*.

332. Изъ сказаннаго нами слѣдуетъ, 1е. что *въ двухъ тѣлахъ равныхъ величиною, собственныя ихъ тяжести содержатся какъ ихъ массы*. И такъ тѣло будетъ имѣть въ двое большую собственную тяжесть передъ

редъ другимъ, когда имѣетъ массу двойную передъ онымъ при одинакой съ нимъ величинѣ.

333. 2е. *Когда два тѣла теряютъ равный вѣсъ въ той же водѣ, то конечно и величины ихъ равны*, какую бы фигуру они ни имѣли; потому что теряютъ вѣсъ равный вѣсу количества воды вытѣсненной (320).

334. 3е. *Собственныя тяжести тѣлъ, имѣющихъ одинакій вѣсъ, суть въ обратномъ содержаніи ихъ величинъ.* Тѣло имѣетъ двойную собственную тяжесть передъ другимъ тѣломъ, когда при томъ же вѣсѣ имѣетъ половинную только величину.

335. 4е. *Собственныя тяжести двухъ тѣлъ, суть въ сложномъ содержаніи прямаго содержанія ихъ массъ и возвратнаго ихъ величинъ.* Сіе предложеніе есть необходимое слѣдствіе двухъ предыдущихъ (332, 334).

336. 5е. *Тоже и одно тѣло теряетъ большую часть своего вѣсу въ жидкомъ, имѣющемъ большую собственную тяжесть, нежели въ имѣющемъ меньшую;* потому что оно теряетъ всегда часть своего вѣсу равную вѣсу вытѣсненнаго жидкаго тѣла (320). И такъ болѣе надобно силы для поддерживанія его въ жидкомъ

легчайшемъ, нежели сколько въ жидкомъ болѣе тяжеломъ: болѣе надобно силы для поддерживанія его на воздухѣ, нежели сколько въ водѣ.

337. 6е. *Тяжести собственныя тѣлъ, имѣющихъ равный вѣсъ, содержатся обратно какъ количества вѣсу ими теряемаго въ томъ же жидкомъ тѣлѣ.* Такъ ежели изъ двухъ тѣлъ равнаго вѣсу одно теряетъ $\frac{1}{5}$, а другое $\frac{2}{5}$ своего вѣсу въ томъ же жидкомъ тѣлѣ; то собственная тяжесть перваго къ тяжести втораго будетъ, какъ 2 къ 1, въ обратномъ содержаніи потеряннаго вѣсу.

338. 7е. *Ежели тѣло твердое, имѣющее одинакую собственную тяжесть съ жидкимъ, погружено будетъ въ семъ; то оно остановится, въ какой глубинѣ жидкаго ни оставь его*; оно будетъ въ равновѣсіи.

339. 8е. *Ежели тѣло, имѣющее меньшую собственную тяжесть, нежели жидкое, будетъ въ ономъ совсѣмъ погружено, а потомъ пущено свободно; то оно всплываетъ съ силою равною тому излишку вѣсу, какимъ превосходитъ количество жидкаго равное величинѣ твердаго.* Для сей причины воздушные шары поднимаются въ воздухѣ.

340.

340. 9е. *Тяжесть собственная твердаго тѣла къ тяжести жидкаго болѣе тяжелаго, на которомъ твердое плаваетъ, содержится какъ величина части погруженной, къ величинѣ всего тѣла.* И такъ, ежели величина погруженной части къ величинѣ цѣлаго тѣла, какъ 2 къ 3; то собственная тяжесть сего твердаго будетъ содержаться къ собственной тяжести жидкаго, какъ 2 къ 3мъ.

341. 10е. *Когда даны вѣсъ и величина твердаго тѣла, также и тяжесть жидкаго, имѣющаго большую собственную тяжесть, нежели твердое, найти силу потребную, чтобъ держать сіе тѣло погруженнымъ въ жидкомъ.*

Какъ сія сила равна относительной тяжести жидкаго (319), то, посредствомъ данной величины твердаго тѣла и вѣсу кубическаго фута жидкаго тѣла, найди чрезъ тройное правило, сколько вѣсу въ количествѣ жидкаго равномъ величинѣ твердаго. Изъ сего вѣсу вычти вѣсъ твердаго тѣла: остатокъ будетъ требуемая сила. На примѣръ, положимъ, что спрашивается: какою силою можно держать погруженнымъ въ водѣ твердое тѣло величиною въ 8 футовъ кубическихъ и въ 400 фунтовъ вѣ-

сомъ. Поелику кубической футъ воды вѣситъ 70 фунтовъ, то вѣсъ 8 футовъ кубическихъ воды будетъ 560 фунтовъ; вычти изъ нихъ 400 фунтовъ, остальные 160 фунтовъ будутъ сила нужная, чтобы держать твердое тѣло погруженнымъ въ водѣ, и не допускать его всплывать.

342. 11е. *Когда данъ вѣсъ тѣла, которое должно быть сдѣлано изъ вещества, имѣющаго собственную тяжесть большую, нежели жидкое, и дана тяжесть сего жидкаго легчайшаго, опредѣлить ту полость, которую должно имѣть твердому тѣлу, чтобы можно было ему плавать по жидкому.*

Поелику вѣсъ кубическаго фута тѣла жидкаго данъ, то по тройному правилу найдется величина части жидкаго равной вѣсомъ тѣлу твердому. И такъ, ежели сдѣлать пустоту тѣла такую, чтобы величина его не много была побольше найденной величины, то тѣло будетъ имѣть меньше вѣсу, подъ тою же величиною, передъ жидкимъ; и слѣдовательно собственная тяжесть его будетъ менѣе, и оно будетъ плавать по жидкому. На примѣръ, положимъ, что требуется сдѣлать желѣзной шаръ въ 30 фунтовъ, котораго бы величина была та-

такая, чтобъ могъ онъ плавать по водѣ. Поелику вѣсъ кубическаго фута воды есть 70 фунтовъ, то количество воды, равняющееся вѣсомъ 30ти фунтамъ, будетъ $\frac{3}{7}$ кубическаго фута; легко можно найти, какой долженъ быть діаметръ сферы, которая бы была въ $\frac{3}{7}$ кубическаго фута. Потомъ должно сдѣлать желѣзной шаръ такъ, что бы діаметръ его былъ больше найденнаго; ежели дать сему шару 11 дюймовъ 3 линій въ діаметрѣ, то онъ будетъ плавать. И такъ, чтобы плавать тѣлу, не необходимо нужно быть ему изъ вещества, которое само по себѣ легче воды: довольно дать ему болѣе величину, а менѣе массу. По чему хотя мѣдь почти въ 8 кратъ тяжелѣ воды, однако бываютъ при арміи мѣдныя гондоли, чтобъ наводить мосты для переправы войска.

Явленія волосныхъ Трубокъ.

343. *Волосными Трубками* называются тоненькія трубки, или которыя имѣютъ малой діаметръ. Сіе названіе происходитъ конечно отъ ихъ подобія волосамъ, ради ихъ малости. Однако не нужно быть имъ столь тонкимъ, какъ волосъ: употребляемыя въ Физикѣ трубки не такъ

тонки, и даже дѣйствія ихъ примѣтны и тогда, когда внутренній діаметръ ихъ равенъ 2мъ или $2\frac{1}{2}$ линіямъ. Они могутъ быть сдѣланы изъ всякаго вещества, изъ стекла, металла и проч. и могутъ имѣть всякую форму. Всѣ тѣла, довольно поровъ имѣющія и впускающія внутрь себя жидкія вещества, могутъ принимаемы быть за собраніе волосныхъ трубокъ.

344. Мы помѣщаемъ здѣсь явленія волосныхъ трубокъ для того, что они кажутся быть исключеніемъ изъ законовъ гидростатики. Одинъ изъ сихъ законовъ есть (292), *что всѣ части жидкаго или текучаго того же тѣла, суть въ равновѣсіи между собою, въ одномъ ли они сосудѣ, или во многихъ имѣющихъ сообщеніе, когда вышніе ихъ поверхности стоятъ на одной плоскости параллельной къ горизонту*. Но въ трубкахъ волосныхъ бываетъ слѣдующее.

345. 1е. Когда погруженъ бываетъ конецъ волосной трубки въ сосудъ, полный жидкаго текучаго вещества, то жидкое сіе поднимается въ ней выше прочей поверхности.

346. 2е. Когда погружать ту же трубку волосную въ разныя жидкія тѣла, то всѣ

всѣ они поднимаются въ трубкѣ выше прочей поверхности, но на разныя высоты, и не всегда выше поднимаются жидкія тѣла легчайшія; ибо спиртъ винной поднимается не такъ высоко, какъ вода, кислота селитреная, вода со..ная, кислота купоросная концентрированная, урина и проч. сіи послѣднія выше поднимаются. Изъ чего слѣдуетъ, что они поднимаются не въ обратномъ содержаніи ихъ густотъ; чему должно бы быть, когда бы возвышеніе ихъ было слѣдствіемъ равновѣсія. Также и не самыя легкія поднимаются менѣе; ибо урина поднимается выше, нежели кислота купоросная концентрированная. Что и показываетъ, что сіе возвышеніе не слѣдуетъ никакому извѣстному правилу.

347. 3е. Когда двѣ трубки разныхъ діаметровъ погружаются въ томъ же жидкомъ, то жидкое въ нихъ поднимается выше прочей поверхности на высоты, состоящія въ обратномъ содержаніи діаметровъ трубокъ.

348. 4е. Противное сему бываетъ въ ртути: ибо ежели поставить волосную трубку въ ртуть, то 1е. ртуть въ ней станетъ ниже прочей поверхности; 2е. тѣмъ ниже, чѣмъ уже трубка; 3е. и сіе униже-

ніе вЪ обратномЪ содержаніи діаметровЪ трубокЪ.

349. Давно изыскиваютЪ причину сихЪ явленій, толь противныхЪ законамЪ гидростатики и столь несходныхЪ сЪ тѢмЪ, что есть извѢстнато; но не льзя еще ласкаться, что оная найдена. Можно раздѢлить на три класса разныя мнѢнія, о семЪ предлагаемыя.

350. ВЪ первомЪ содержатся мнѢнія, которыя приписываютЪ сіи явленія неравному гнѢтенію окружающаго жидкаго вещества, предполагая, что гнѢтетЪ оно свободнѢе и полнѢе на поверхность сосуда A B (*фиг.* 47), содержащаго жидкое тѢло, нежели сквозь верхнее отверстіе трубки погруженной D. Не льзя приписать сихЪ дѢйствій гнѢтенію воздуха, которымЪ дышемЪ, ибо тѢ же явленія бываютЪ вЪ Боилевой пустотѢ. И такЪ надлежитЪ сему зависѢть отЪ жидкаго вещества гораздо тончайшаго, коего существованія не отрицаемЪ. Но ежели сіе происходитЪ отЪ неравнаго гнѢтенія вещества сего тончайшаго, то гнѢтомыя жидкія должны бы были подниматься, 1е. пропорціонально кЪ длинѢ трубки; ибо ежели гнѢтущему жидкому трудность есть проходить вЪ трубку, то извѢстно, что

что болѣе трудности должно ему встрѣчать въ длинной, нежели въ короткой трубкѣ; но сего не бываетъ. Поднятіе жидкаго въ верхъ зависитъ единственно отъ внутренняго діаметра трубки, а отнюдь не отъ длины ея. 2е. Жидкія должны бы были подниматься въ обратномъ содержаніи густотъ ихъ: но (346) опытъ показываетъ, что сего не бываетъ. 3е. Ртути должно бы подниматься во всѣхъ волосныхъ трубкахъ выше своей поверхности, какъ и прочимъ жидкимъ, или иначе должно бы сказать, что когда ставится волосная трубка въ ртуть, то гнѣтущее вещество жидкое свободнѣе дѣйствуетъ сквозь верхнее отверстіе трубки, нежели на поверхность сосуда; но сіе утверждать не лѣпо. 4е. Что сіи дѣйствія не зависятъ отъ больше или меньше свободнаго гнѣтенія; сіе доказывается совершенно тѣмъ, что ежели, вмѣсто того чтобы погрузить трубку, пустить одну или двѣ капли извнѣ по поверхности трубки; то какъ скоро капля дойдетъ до нижняго отверстія, поднимется вверхъ, какъ и въ прочихъ случаяхъ. И такъ сіе первое мнѣніе менѣе всего удовлетворительно.

351. Во второмъ классѣ содержатся мнѣнія утверждающихъ, что столбикъ жидкаго

каго вещества теряетъ свой вѣсъ отъ сцѣпленія съ трубкою или отъ тренія. Сіи мнѣнія столь худо выдуманы, что едвали заслуживаютъ, чтобы на оныя отвѣчать. Извѣстно, и опытъ показываетъ, что ненужно погружать трубку, чтобы жидкое вещество въ ней въ верхъ поднялось: довольно, ежели она слегка коснется поверхности жидкаго; и сіе поднимется въ трубкѣ. И такъ надобно быть причинѣ, которая поднимаетъ вверхъ жидкое вещество. Признаюсь, что не трудно понять, какимъ образомъ столбикъ жидкаго вещества единожды вступивъ въ волосную трубочку, можетъ въ оной удерживаться треніемъ или сцѣпленіемъ со стѣнками трубки; но также понятно и то, что сіе треніе или прилѣпленіе вмѣсто того, чтобы поднимать жидкое внутрь трубки, должно ему въ восхожденіи въ верхъ препятствовать.

352. Третій классъ содержитъ въ себѣ мнѣнія предполагающихъ, что трубка, имѣя болѣе массы или густоты, нежели жидкое тѣло, притягиваетъ сіе сильнѣе, нежели сколько жидкое тѣло само себя притягиваетъ: для сего-то, говорятъ, ртуть въ трубкахъ волосныхъ стоитъ ниже прочей поверхности (348): ибо она сама себя

болѣе

болѣе притягиваетъ, нежели сколько притягиваютъ ее трубки, которыя меньше имѣютъ густоты, нежели ртуть. Но на чемъ основано сіе предположеніе? По какимъ законамъ дѣйствуетъ сіе притяженіе? Ежели сіи законы одинаковы съ законами всеобщаго притяженія, открытыми *Невтономъ*; то 1е. жидкимъ тѣламъ надлежитъ привлекаемымъ быть въ обратномъ содержаніи массъ ихъ, то есть, что менѣе густыя должны быть привлекаемы сильнѣе, нежели болѣе густыя, и слѣдовательно подниматься выше: но сему часто бываетъ противное; ибо есть жидкія густѣйшія, поднимающіяся гораздо выше, нежели менѣе густыя (346); 2е. притяженіе трубокъ должно бы быть пропорціонально къ ихъ массамъ: но сего не бываетъ; ибо, изъ какого вещества ни сдѣланы будутъ многія трубки, ежели только внутренній діаметръ одинакій во всѣхъ, то жидкое то же поднимется до одинакой высоты; 3е. жидкимъ должно бы стоять ниже прочей поверхности въ трубкѣ, сдѣланной изъ вещества менѣе густаго, нежели сами они; ибо, по законамъ притяженія, они бы самихъ себя болѣе притягали, нежели трубка. Но противное сему ежедневно бываетъ. Тѣла,

ла, много поровѣ имѣющія, которыя должно почитать за собраніе волосныхѣ трубокѣ, вбираютѣ вѣ свои поры и поднимаютѣ вѣ верхѣ жидкое, имѣющее большую густоту, нежели сами. Сверхѣ сего ртути, которая вѣ стекляной трубкѣ стоитѣ ниже своей поверхности (348), потому что, какѣ говорятѣ, стекла густота менѣе ея густоты, надлежало бы для сей причины стоять ниже своей поверхности вѣ оловянной трубкѣ, которая почти половину густоты ртутной имѣетѣ. Но противное бываетѣ, какѣ я самѣ испыталѣ. Погрузивши вѣ ртуть трубку оловянную, почти вѣ четверть линіи вѣ діаметрѣ, увидѣлѣ я, что ртуть поднялась по крайней мѣрѣ до прочей поверхности. Я увѣренѣ, что равнымѣ образомѣ поднялась бы она вѣ трубкѣ золотой, серебряной, или свинцовой. И такѣ, кажется, что жидкія вещества вообще поднимаются выше прочей поверхности вѣ тѣхѣ трубкахѣ, которыя могутѣ-они мочить, или кѣ которымѣ могутѣ пристать: вотѣ одна изѣ причинѣ, по которымѣ ртуть стоитѣ ниже прочей поверхности вѣ трубкѣ стеклянной, кѣ которой она не пристаетѣ.

353. Не бываетѣ ли притяженіе, которое почитаютѣ причиною явленій вѣ волос-

лосныхъ трубкахъ, ежели не въ содержаніи массъ, по крайней мѣрѣ въ содержаніи поверхностей? Опытъ доказываетъ, что сего не бываетъ; ибо чрезъ оный открывается, что жидкія поднимаются въ волосныхъ трубкахъ въ обратномъ содержаніи діаметровъ трубочныхъ (347), то есть, что когда столбикъ жидкаго, поднявшійся надъ прочею поверхностью, вышиною на дюймъ въ трубкѣ, коея діаметръ въ одну линію, то будетъ вышина его въ два дюйма въ трубкѣ полулиніи, и такъ и въ прочихъ. Слѣдовательно внутренняя трубки поверхность, коея касается жидкое, во всѣхъ трубкахъ одинакую имѣетъ величину; ибо окружности состоятъ въ прямомъ содержаніи діаметровъ. Однакожъ количество жидкаго, поднимающагося въ верхъ, какъ сіе видно ясно, болѣе бываетъ въ широкихъ, нежели въ узкихъ трубкахъ; потому что толстоты содержатся какъ квадраты діаметровъ. И такъ притягательная сила не пропорціональна къ величинѣ поверхностей привлекающихъ; чему должно бы быть, или должно сказать, что одинакая причина не всегда производитъ одинакое дѣйствіе; чего не можно допустить.

354. Г. *Жюренъ* (*Trans. Phil.* No 363 *art* 2) изъ опытовъ, которые, правда, остроумно вымышлены, но изъ которыхъ по его же признанію, совсѣмъ не льзя дѣлать заключеній, почелъ однако возможнымъ сдѣлать заключеніе, что привлеченіе трубки дѣйствуетъ только чрезъ то колечко внутренней поверхности, у котораго оканчивается столбикъ жидкаго. Опыты его суть слѣдующіе.

ОПЫТЫ. Онъ спаялъ двѣ трубки волосныя AD и CB (*фиг.* 48), изъ которыхъ діаметръ одной CB гораздо болѣе другой AD. Положимъ, что въ большой вода не можетъ подняться выше 6 линий надъ прочею поверхностью, а въ маленькой на два дюйма. Онъ погрузилъ въ воду трубку AB широкимъ концомъ B, но довольно глубоко, чтобъ водѣ дойти до D, то есть, на 2 или на 3 линіи въ маломъ діаметрѣ: тогда могъ онъ вынуть изъ воды трубку на 2 дюйма, и вода не опала, хотя большая часть сего столба 2хъ дюймовъ находилась въ широкой трубкѣ. Потомъ погрузилъ онъ трубку узкимъ концомъ G, такъ что вода дошла до F, то есть, почти на 2 линіи въ большомъ діаметрѣ; тогда не могъ онъ приподнять трубки изъ воды

да-

далѣе 6 линій безъ того, чтобы вода не опала, хотя большая часть сего въ 6 линій столба была въ маломъ діаметрѣ. Изъ чего Г. *Жюренъ* заключилъ, что возвышеніе жидкаго зависитъ только отъ привлеченія вышняго колечка внутренней поверхности трубки, гдѣ кончится столбъ жидкаго вещества; поелику сіе возвышеніе перемѣняется съ діаметромъ сего колечка.

355. Г. *Жюренъ* стремяся единственно къ познанію истинны, не утаиваетъ ничего, что можетъ ослабить доводы его мнѣнія. Предыдущій опытъ (354) можетъ быть сдѣланъ такъ, что съ лишкомъ много доказываетъ, и что и самъ можетъ учиниться новымъ явленіемъ, требующимъ новаго изъясненія.

ОПЫТЪ. Вмѣсто трубки AB (*фиг.* 48) употребилъ онъ воронку IKL (*фиг.* 49), которая можетъ имѣть многіе дюймы въ ширину, а къ концу съуживается въ волосную трубку H; положимъ еще, что сія волосная трубка такой имѣетъ діаметръ, что вода въ ней можетъ подняться выше своей поверхности на 2 дюйма. Ежели, перевернувъ сію воронку, погрузить въ воду столь глубоко, чтобы вода дошла до волосной труб-

ки H, то можно приподнять воронку изъ воды почти на два дюйма безъ того, чтобъ вода опала. Ежели привлеченіемъ изъ колечка верхняго держится столбъ HI, то какая же причина держитъ великое количество воды, окружающей сей столбъ? Отвѣтствовано, что сія масса воды поддерживается привлеченіемъ и сцѣпленіемъ вогнутой части LK воронки.

356. Но Г. *Жюренъ* опровергаетъ еще сіе изъясненіе новымъ опытомъ.

ОПЫТЪ. Онъ употребилъ воронку, которая имѣетъ форму *фиг.* 50, и у которой также одинъ конецъ есть трубка волосная. Онъ также погрузилъ ее, но такъ, что вода вступила не доходя за нѣсколько линій до вогнутой ея части: потомъ, посредствомъ обмоченнаго перста впустилъ онъ каплю воды въ волосную трубку. Тогда приподнялъ изъ воды часть воронки такую, что поверхъ воды прочей стоялъ столбикъ вышиною равный такому, какой могла бы держать трубка волосная одинакаго діаметра съ находящеюся у воронки. Въ семъ случаѣ не льзя сказать, что прилѣпленіемъ къ вогнутой части воронки дер-

держится столбъ, потому что нѣтъ между ними прикосновенія.

357. Ежели хотимъ быть искренни, то откровенно признаемся, что еще недовольно свѣдущи мы въ причинахъ (ибо многія вмѣстѣ можетъ быть тутъ дѣйствуютъ) восхожденія веществъ жидкихъ въ волосныхъ трубкахъ выше прочей своей поверхности. Но сіи неизмѣняемыя явленія могутъ служить къ изъясненію другихъ, какъ и тяжесть, коея истинная причина не весьма намъ извѣстна, служитъ къ изъясненію многихъ явленій. Возвышеніе жидкихъ въ трубкахъ волосныхъ изъясняетъ мнѣ, отъ чего полѣно стоймя напитается влагою до верху, хотя только часть его погружена въ водѣ. Сіе изъясняетъ мнѣ, какъ сокъ въ деревѣ поднимается изъ корней даже до концовъ вѣтвей. И въ томъ и въ другомъ находится великое количество волосныхъ трубокъ. Тѣло человѣческое, равно какъ и животныхъ, есть машина гидравлическая, и въ безконечномъ почти числѣ трубочекъ, составляющихъ оное, число волосныхъ несравненно болѣе. И такъ не удивительно, что жидкія вещества переходятъ столь скоро и столь удобно отъ мѣста на другое,

тое. Есть множество другихЪ явленій, которыя зависятЪ отЪ явленій волосныхЪ трубокЪ.

о ГидравликѢ, или о Движеніи жидкихЪ ТѢлЪ.

358. ***Гидравликою*** называется наука, имѢющая предметомЪ движенія жидкихЪ тѢлЪ. По началамЪ, на которыхЪ основана сія наука, изыскиваются средства, проводить воду изЪ мѢста вЪ мѢсто каналами, водоводами, насосами и другими гидравлическими машинами, и поднимать оную какЪ для того, чтобы она била вЪ верхЪ, такЪ и для другихЪ надобностей.

То, что имѢемЪ сказать вЪ сей главѢ, извлечено большею частію изЪ *Гидродинамики Г. Аббата Боссю*, вЪ которомЪ сочиненіи описалЪ онЪ многіе прекрасные опыты, дѢланные имЪ относительно кЪ сей матеріи, которые весьма удобны руководствовать вЪ практикѢ. Мы предложимЪ здѢсь только слѢдствія, выведенныя изЪ сихЪ опытовЪ.

Теченіе

Теченіе жидкихъ или текучихъ Тѣлъ сквозь малыя отверстія.

359. Когда вода вытекаетъ изъ сосуда, у котораго сдѣлано на днѣ отверстіе малое въ сравненіи съ шириною сосуда; то 1е. вода спускается вертикально и поверхность ея кажется плоскою; но за 3 или 4 дюйма отъ дна, частицы воды отклоняются отъ сего направленія, и со всѣхъ сторонъ сбѣгаются, больше или менше косвенными движеніями, къ отверстію. Тоже бываетъ, когда вода вытекаетъ въ большое отверстіе. Стремленіе сихъ частицъ къ отверстію есть необходимое слѣдствіе совершенной ихъ движимости; ибо онѣ должны устремляться къ точкѣ, которая менѣе прочихъ противится силамъ гнѣтущимъ ихъ: мѣсто отверстія есть сія точка самаго меншаго сопротивленія.

360. 2е. Въ маломъ разстояніи отъ дна начинаетъ составляться видъ воронки, коея острой конецъ отвѣтствуетъ центру отверстія. Когда вода выходитъ въ боковое отверстіе, тогда дѣлается только какъ бы полуворонка, которая кажется не прежде начинаетъ составляться, какъ когда поверхность воды близка коснуться верхняго края скважины. Вѣроятно, что воронка начи-

наетъ дѣлаться съ самаго перваго мгновенія теченія; но примѣтною тогда уже становится, когда поверхность въ маломъ разстояніи отъ дна; потому что, когда сія поверхность еще далека отъ онаго, то нижнія части, гнѣтомыя верхними, быстро несутся по направленію теченія. Истинная причина составленія воронки есть неравность гнѣтенія воздуха съ верху и съ низу отверстія; ибо вода, упадая чрезъ сіе отверстіе, отбиваетъ воздухъ и уничтожаетъ часть его противудѣйствія.

Кажется, что воронка начинается тѣмъ выше отъ дна, чѣмъ шире дно, и что составленіе воронки бываетъ медленнѣе или непримѣтнѣе, по мѣрѣ увеличенія отверстія въ сравненіи съ пространствомъ дна. Большая или меншая шероховатость дна и боковъ сосуда пособствуетъ больше или менше увеличиваться воронкѣ.

361. Скорость воды, при выходѣ изъ сосуда сквозь малую на днѣ онаго скважину, равняется той скорости, которую получило бы тяжелое тѣло падая съ вертикальной высоты поверхности жидкаго вещества надъ отверстіемъ сосуда (255).

362. То же самое должно полагать, когда отверстіе на боку: ибо гнѣтеніе жидка-

жаго бываетѣ равно (при одинакой глубинѣ) во всѣ стороны (288), и слѣдовательно должно производить одинакую скорость.

363. Жидкое тѣло, при выходѣ изѣ отверстія, имѣетѣ такую скорость, которою можетѣ подняться на вертикальную вышину, равную вышинѣ поверхности жидкаго надѣ отверстіемѣ; подобно какѣ тѣло, сѣ извѣстной вышины тяжестію своею падающее, пріобрѣтаетѣ скорость, могущую взнести его на сію вышину (255).

364. Изѣ теоріи паденія тяжелыхѣ тѣлѣ видно (217), что, ежели бы скорость жидкаго, при выходѣ изѣ отверстія, продолжалася единообразно, то жидкое пробѣжало бы чрезѣ пространство, которое вѣ двое больше высоты жидкаго надѣ отверстіемѣ, вѣ то же время, которое тяжелымѣ тѣломѣ употреблено было бы на паденіе сѣ сей высоты.

365. Когда сія высота одинакова, то и скорость жидкаго, по выходѣ изѣ отверстія, будетѣ всегда одинакова, какого бы роду ни было жидкое, и какая бы ни была его густота, поелику мѣра силы его есть скорость отѣ высоты происходящая. Правда, что когда жидкое гуще, то гнѣтетѣ болѣе; но также и гнѣтомая масса болѣе. Вообще, очевидно то, что когда движущія

щія силы пропорціональны кЪ массамЪ ими движимымЪ, тогда скорости суть равны.

366. Жидкаго тѣла количества, вытекающія вЪ одно время сквозь разныя отверстія, подЪ высотами или бременами неизмѣняющимися (слѣдовательно предполагается, что сосуды содержатся вЪ равной полнотѣ во все продолженіе теченія), содержатся между собою, какЪ *произведенія площадей отверстій, умноженныхЪ на квадратные радиксы высотЪ.* На примѣрЪ, опытЪ показалЪ, что круглое отверстіе вЪ 1 дюймЪ вЪ діаметрѣ, сдѣланное вЪ тонкой перегородкѣ, подЪ 4 футами бремени, вЪ одну минуту времени выпускаетЪ 5436 (373) кубическихЪ дюймовЪ воды. Ежели надобно узнать, сколько выпуститЪ вЪ тоже время круглое отверстіе, вЪ 2 дюйма вЪ діаметрѣ, подЪ 9 футами бремени, то должно сдѣлать слѣдующую пропорцію. (Надобно примѣтить, что отверстіе вЪ 2 дюйма, вЪ 4 раза болѣе отверстія вЪ 1 дюймЪ; потому что площади круговЪ содержатся, какЪ квадраты діаметровЪ). $1 \times \sqrt{4} : 4 \times \sqrt{9} : 5436 : X$, или $2 : 12 :: 5436$ кубическихЪ дюймовЪ : 32616 кубическихЪ дюймовЪ воды. Сіе послѣднее количество воды выпущено будетЪ от-

отверстіемъ въ 2 дюйма въ діаметрѣ подъ 9 футами бремени.

367. Когда наполнить водою сосудъ призматической, и оставить его опорожниться совсѣмъ сквозь отверстіе, сдѣланное на днѣ, и вымѣрять время, въ которое онъ опорожнялся: потомъ наполняя его вновь, содержать его непрерывно полнымъ, пока вода вытекать будетъ въ отверстіе: то во второмъ семъ случаѣ, во столько же времени, во сколько сперва сосудъ опорожнился, вытечетъ количество воды въ двое больше перваго, ежели не принимать въ счетъ воронки (360), которой въ семъ второмъ случаѣ не бываетъ.

368. Въ практикѣ вода часто вытекаетъ сквозь боковыя отверстія, которыя, хотя и малы въ сравненіи съ шириною водоемовъ, не могутъ однако быть почтены имѣющими всѣ свои точки въ равномъ разстояніи отъ поверхности жидкаго тѣла. Таковы, на примѣръ, окна при мѣльницахъ. Тогда способъ обыкновенно употребляется въ опредѣленіи теченія по слѣдующему разсужденію. Представимъ сперва, что отверстіе загорожено тонкою доскою, и что потомъ на доскѣ сей сдѣлано великое множество скважинъ, въ которыя вода течетъ.

Ежели принять каждую скважину за особливое и отдѣленное отверстіе, то скорость для всякой скважины будетъ зависѣть отъ соотвѣтственной высоты вещества жидкаго. Слѣдовательно, ежели умножить число скважинъ до безконечности, или, что все тоже, ежели представить, что вся доска отнята; то скорость въ каждой предложенной точкѣ отверстія будетъ зависѣть отъ соотвѣтственной высоты жидкаго; и въ опредѣленіи количества вытекшей воды должно принимать въ разсужденіе сію неравность скоростей.

369. Однакожъ не льзя не признаться, что сего не довольно къ выведенію требуемыхъ заключеній. Пока сумма скважинъ, на доскѣ поставленной на мѣсто отверстія, весьма мала въ сравненіи съ шириною водоема, дотолѣ каждою скважиною выпускаемыя доли жидкаго вещества гонятся вонъ совершенною тяжестію вышнихъ столбовъ. Но съ того мгновенія, какъ число скважинъ умножится до безконечности и водяныя струйки становиться будутъ смѣжными между собою, не видно явственно, почему бы имъ выходить такимъ же образомъ, какъ бы они выходили сквозь отдѣльныя скважины. Однако же, поелику сіе предположеніе по-

показываетъ слѣдствія, довольно сходныя съ опытомъ, то полезно быть можетъ не оставлять его, тѣмъ паче, что оно руководствуетъ къ самымъ простымъ выкладкамъ, и что при вопросахъ, дѣлаемыхъ при самомъ дѣлѣ, надлежитъ сколько возможно искать сея простоты.

370. Количество воды, выходящей изъ сихъ скважинъ, въ данное время, не такъ велико, какъ кажется обѣщаетъ величина ихъ отверстія; ибо жилка жидкаго тѣла сжимается при выходѣ изъ отверстія на разстояніе равное почти половинѣ діаметра отверстія: и діаметръ сжавшейся жилы къ діаметру отверстія содержится не много болѣе, нежели какъ 3 къ 4, или какъ $3\frac{1}{6}$ къ 4, или какъ 19 къ 24; по сему площадь ея къ площади отверстія содержится какъ 10 къ 16. То же почти бываетъ при вытеканіи воды чрезъ боковыя отверстія. Сжиманіе жилы жидкаго есть доказательство сказаннаго нами выше (359), то есть, что внутри сосуда боковыя части стремятся къ отверстію движеніями больше или меньше косвенными: а сіе косвенное движеніе можетъ раздѣлено быть на два другія движенія; одно параллельное къ плоскости отверстія, и которое сжимаетъ жидкую жилу, другое перпен-

пендикулярное къ той же плоскости, по которому единому производится вытеканіе.

371. Сіе сжиманіе бываетъ также, когда выпускается вода чрезъ трубки, и бываетъ при входѣ воды въ трубки, а не при выходѣ, при которомъ жидкая жила соблюдаетъ цилиндричную форму. Послѣ увидимъ, что сіе сжиманіе уменшаетъ примѣтнымъ образомъ количества воды, которыя должны бы естественнымъ образомъ выходить изъ сихъ трубокъ.

372. Для удостовѣренія во всемъ ономъ опытами, дѣлано было оныхъ великое число, которыхъ только слѣдствія здѣсь предлагаю. Во всѣхъ случаяхъ отверстія, чрезъ которыя было теченіе, дѣланы были весьма перпендикулярно въ дощечкахъ мѣдныхъ около $\frac{1}{2}$ линіи толщиною, и времена теченія, для каждаго опыта приведены къ 1й минутѣ.

373. Постоянная вышина воды надъ центромъ каждаго отверстія = 11 футамъ, 8 дюймамъ, 10 линіямъ.	Число кубическихъ дюймовъ, вытекшихъ въ 1 минуту.
Опытъ. 1. Сквозь отверстіе горизонтальное и круглое въ 6 линій въ діаметрѣ - - -	2311
2. Сквозь отверстіе горизонтальное и круглое въ 1 дюймъ въ діаметрѣ - -	9281
3. Сквозь отверстіе горизонтальное и круглое въ 2 дюйма въ діаметрѣ - - -	37203
4. Сквозь отверстіе горизонтальное и прямоугольное въ 1 дюймъ въ длину и въ 3 линіи въ ширину - -	2933
5. Сквозь отверстіе горизонтальное и квадратное въ 1 дюймъ бокъ - - -	11817
6. Сквозь отверстіе горизонтальное и квадратное въ 2 дюйма бокъ - - -	47361
Постоянная вышина = 9 футамъ.	
7. Сквозь отверстіе боковое и круглое въ 6 линій въ діаметрѣ	2018
8. Сквозь отверстіе боковое и круглое въ 1 дюймъ въ діаметрѣ	8135
Вышина постоянная = 4 футамъ.	
9. Сквозь отверстіе боковое и круглое въ 6 линій въ діаметрѣ	1353
10. Сквозь отверстіе боковое и круглое въ 1 дюймъ въ діаметрѣ	5436
Вышина постоянная = 7 линіямъ.	
11. Сквозь отверстіе боковое и круглое въ 1 дюймъ въ діаметрѣ	628

374. Изъ сихъ опытовъ слѣдуетъ 1е. что *убыли воды, въ равныя времена, сквозь разныя отверстія, подъ одинакою высотою водохранилища, почти въ содержаніи площадей сихъ отверстій.* Сравни вмѣстѣ произведенія 2го и 3го опыта, въ которыхъ площади отверстій въ содержаніи 1 къ 4мъ; и найдешь, что обѣ убыли, 9281 и 37203 кубическихъ дюймовъ почти въ такомъ же содержаніи:

375. 2е. Что *убыли воды, сдѣлавшіяся въ равныя времена, чрезъ тоже отверстіе, подъ разными высотами водохранилищъ, содержатся между собою почти какъ квадратные радиксы соотвѣтственныхъ высотъ воды въ водохранилищѣ надъ центрами одинакихъ отверстій.* Сравни произведенія 8го и 10го опытовъ, въ которыхъ высоты водохранилищъ суть 9 и 4 фута, которыхъ квадратные радиксы суть 3 и 2; найдешь, что обѣ убыли, 8135 кубическихъ дюймовъ и 5436 кубическихъ дюймовъ, сдѣлавшіяся чрезъ одинакое отверстіе въ 1 дюймъ въ діаметрѣ подъ 9ю футами и подъ 4ю футами бремени, содержатся между собою примѣтнымъ образомъ, какъ 3 къ 2:

376. 3е. Что вообще *количества убылыя воды, въ одинаков время, чрезъ разныя отверстія, подъ разными высотами водохранилищъ, суть между собою въ содержаніи сложенномъ изъ площадей отверстій и квадратныхъ радиксовъ высотъ водохранилищъ*:

377. 4е. Но что *треніе бываетъ причиною, что изъ многихъ отверстій подобной фигуры, малыя выпускаютъ воды по пропорціи менѣе, нежели большія, подъ одинакою высотою воды въ водохранилищѣ*. Потому что въ сравненіи площади каждаго отверстія, въ малыхъ отверстіяхъ находится болѣе точекъ, которыя подвержены тренію у краевъ, нежели въ большихъ; ибо окружности уменшаются не столько, какъ площади:

378. 5е. Что *изъ многихъ отверстій, имѣющихъ равныя площади, то, у котораго периметръ менше, должно, по причинѣ тренія, выпускать больше воды, нежели прочія, подъ одинакою вышиною водохранилища*. Слѣдовательно круглыя отверстія, въ семъ отношеніи, суть выгоднѣйшія изъ всѣхъ: ибо окружность круга есть кратчайшая изъ всѣхъ линѣй для ограниченія даннаго пространства.

И такъ въ ней менѣе поверхности, тренію подвергаемой, относительно къ величинѣ площади.

379. Не трудно усмотрѣть, что сіи убылыя количества воды въ вышеупомянутыхъ опытахъ (373) не такъ велики, какъ бы должно имъ быть въ разсужденіи обширности площадей отверстій и высотъ водохранилищъ: треніе, а наипаче сжатіе жилки текучей (370), гораздо уменшаютъ сію убыль; ибо скорость, отъ высоты всей жидго зависящая, не измѣняется примѣтнымъ образомъ. Разность сихъ убываній воды, ежели предположить, 1е. что площадь жилы текучей одинакая съ площадью отверстія, 2е. что сія жила сжалась; сія разность, говорю, будетъ почти какъ 16 къ 10, то есть, что предполагая, что площадь отверстія уменшилась въ содержаніи 16 къ 10 (370), можно опредѣлить съ довольною точностію вытеканіе жидкихъ выходящихъ изъ сосудовъ, которые содержатся равно полными. Послѣ мы предложимъ (397) таблицу сихъ разностей.

380. *Дюймомъ воды* называется количество оной, выходящее изъ отверстія круглаго и боковаго въ 1 дюймъ въ діаметрѣ, когда притомъ воды поверхность держится

ся неизмѣнно на 7 линій выше центра сего отверстія. Сей случай есть 11 опыта, въ которомъ оказалось, что количество вытекшей воды есть 628 кубическихъ дюймовъ, которые составляютъ $13\frac{1}{12}$ пинтъ; ибо каждая пинта содержитъ 48 кубическихъ дюймовъ, поелику въ кубическомъ футѣ 36 пинтъ. Г. *Маріоттъ*, который дѣлалъ сей же опытъ, нашелъ убыль нѣсколько болѣе; но вѣроятно, что тутъ вкралась погрѣшность; ибо приведенный мною 11й опытъ сдѣланъ съ великимъ тщаніемъ. Пинта воды не 2 фунта вѣситъ, какъ обыкновенно то думаютъ; но только 1 фунтъ 15 унцій 64 грана.

Вытеканіе жидкихъ или текучихъ тѣлъ чрезъ приставныя трубки.

381. Когда вода выпускается изъ сосуда не сквозь отверстіе, сдѣланное въ тоненькой стѣнкѣ, но сквозь приставную трубку вертикальную, одинакаго діаметра съ отверстіемъ, тогда воды убыль будетъ знатнѣе, потому что сжатіе текучей жилки (370) болѣе бываетъ въ первомъ случаѣ, нежели во второмъ, какъ сіе опытомъ доказано будетъ.

382. Постоянная вышина воды въ водохранилищѣ, надъ верхнею базою приставной трубки вертикальной 11 футовъ 8 дюймовъ 10 линій, а діаметръ трубки въ 1 линію.

383. Перемѣнныя высоты трубки, изображенныя въ линіяхъ.			Число кубическихъ дюймовъ воды убывшей въ 1 минуту
Опытъ 1.	48 лин.	когда вода бѣжитъ полною трубкою.	12274
2.	24		12188
3.	18		12168
	18	когда вода не бѣжитъ по стѣнкамъ.	9282

384. Изъ сего видно, что чѣмъ длиннѣе сія вертикальная трубка, тѣмъ убыль болѣе, потому что сжатіе текучей жилки становится менѣе; какъ сіе явствуетъ изъ сравненія первыхъ трехъ опытовъ: но всегда есть сжатіе, хотя и кажется, что вода бѣжитъ полною трубкою.

385. Изъ сравненія убылыхъ количествъ воды, въ третьемъ и четвертомъ опы-

опытѣ, видно, что обѣ убыли, 12168 кубическихъ дюймовъ и 9282 кубическіе дюйма, находятся между собою почти въ содержаніи 13 къ 10 Выше сего видѣли мы (370), что когда бы вода выходила сквозь отверстіе, сдѣланное въ тонкой стѣнкѣ, ежели бы притомъ текучая жила не сжималась; тогда убыль чрезъ сіе отверстіе, содержалася бы къ убыли чрезъ то же отверстіе, но при сжатіи жилы, почти какъ 16 къ 10. Изъ сего должно заключить, что *когда вышина воды въ водохранилищѣ и отверстіе не измѣнны, то убыль чрезъ отверстіе, сдѣланное въ тонкой стѣнкѣ, въ которомъ бы не было сжатія жилы; убыль чрезъ приставную трубку; и убыль чрезъ отверстіе въ тонкой стѣнкѣ, въ которомъ бываетъ сжатіе жилы, содержатся между собою почти какъ три числа 16, 13, 10.* Сіи содержанія довольно вѣрны въ практикѣ.

386. Симъ доказывается, что приставныя трубки частію токмо уничтожаютъ сжатіе текучей жилы. Чувствительнѣйшее изъ всѣхъ, и которое по сей причинѣ называется *сжатіемъ перваго рода*, есть то, которое бываетъ при теченіи чрезъ

маленькое отверстіе, сдѣланное въ тонкой стѣнкѣ большаго водохранилища.

387. Ежели приставная трубка, вмѣсто того, чтобъ быть вертикальною или у дна водохранилища, будетъ горизонтальна или на боку водохранилища, то выпустить она тоже количество воды, только бы одинакая всегда была длина ея, и что бы внѣшнее устье ея находилось въ одинакой глубинѣ отъ поверхности воды въ водохранилищѣ содержащейся.

388. Ежели приставная трубка, вмѣсто цилиндрической, коническую будетъ имѣть фигуру и широкую базу обращенную къ водохранилищу, то выпуститъ большее количество воды. Выгоднѣйшая форма, какую можно ей дать, чтобы имѣть самое большее количество воды въ данное время, чрезъ опредѣленное отверстіе, есть та, какую принимаетъ на себя естественно текучая жила при выходѣ изъ отверстія, сдѣланнаго въ тонкой стѣнкѣ. То есть, надлежитъ дать сей трубкѣ форму конуса усѣченнаго, котораго меншая база имѣла бы діаметръ того отверстія, сквозь которое надобно пропускать воду. Сверхъ того на-

надобно, чтобы площадь меншой базы къ площади большой содержалась какъ 10 къ 16; и чтобы разстояніе отъ одной базы до другой было почти равно полудіаметру большой базы. Прочая длина трубки можетъ быть цилиндрическая или призматическая. Тогда теченіе будетъ такъ же обильно, какъ бы оное производилось чрезъ отверстіе, равное меншей базѣ и сдѣланное въ тонкой стѣнкѣ, и при которомъ текучая жилка ни мало бы не сжималась.

389. Сію форму можно употребить въ практикѣ, когда требуется привести куда извѣстное количество воды изъ рѣки, изъ водовода и проч. чрезъ каналъ или трубку боковую.

390. Ежели теперь сравнить вытеканія чрезъ приставныя трубки разныхъ діаметровъ, и подъ разными высотами водохранилищъ; то произведенія будутъ слѣдующія, когда приставныя трубки въ 2 дюйма длиною и вертикальны, или у дна водохранилища поставлены.

391. *Постоянныя высоты воды надъ от*[illegible]		*Діаметры трубокъ въ линіяхъ представленные.*		*Число кубическихъ футовъ, вытекшихъ въ минуту.*
ОПЫТЪ. 1.	3 фута 10 дюймовъ или 552 линіи.	6	когда вода вытекает полною трубкою.	1689
2.		10		4703
3.		6	когда вода отстаетъ отъ стѣнокъ	1293
4.		10		3598
5.	2 фута или 288 линій.	6	когда вода вытекает полною трубкою	1222
6.		10		3402
7.		6	когда вода отстаетъ отъ стѣнокъ	935
8.		10		2603

392. Изъ сихъ опытовъ выходитъ, 1е. что убыли воды чрезъ разныя приставныя трубки, подъ одинакою высотою воды въ водохранилищѣ, чувствительно пропорціональны къ площадямъ отверстій или квадратамъ діаметровъ ихъ.

393. 2е. Что убыли воды чрезъ приставныя трубки одинакаго діаметра, подъ разными высотами воды въ водохранилищѣ, чувствительно пропорціо-

нальны

нальны къ квадратнымъ радиксамъ высотъ водохранилищъ.

394. Зе. Что вообще *убыли воды, сдѣлавшіяся въ одинакое время, чрезъ разныя приставныя трубки, подъ разными высотами воды въ водохранилищѣ, содержатся между собою почти какъ произведенія квадратовъ діаметровъ трубокъ, умноженныхъ на квадратные радиксы высотъ водохранилищъ.*

395. Изъ сего видно, что вытеканія, чрезъ приставныя трубки, слѣдуютъ между собою тѣмъ же правиламъ, какъ и вытеканія чрезъ отверстія, сдѣланныя въ тонкихъ стѣнкахъ (374 *и слѣд.*)

396. Изъ всѣхъ сихъ опытовъ можно составить слѣдующую таблицу убылей воды чрезъ данное отверстіе въ тонкой стѣнкѣ, предполагая текучую жилку нимало не сжавшеюся; или чрезъ то же отверстіе, но когда жилка сжата; или чрезъ тоже отверстіе, снабдѣнное приставною трубкою.

397. Постоянныя высоты воды въ водохранилищѣ надъ отверстіемъ, представленныя въ футахъ.	Убыли воды въ 1 минуту, чрезъ отверстіе 1 дюйма въ діаметрѣ, безъ сжатія жилки, изображенныя въ кубическихъ дюймахъ.	Убыли воды въ 1 минуту, чрезъ приставную трубку 1 дюйма въ діаметрѣ и 2хъ дюймовъ въ длину, представленныя въ кубическихъ дюймахъ.	Убыли воды въ 1 минуту, чрезъ отверстіе 1 дюйма въ діаметрѣ, когда жилка сжимается, представленныя въ кубическихъ дюймахъ.
1	4381	3539	2722
2	6169	5002	3846
3	7589	6126	4710
4	8766	7070	5436
5	9797	7900	6075
6	10732	8654	6654
7	11592	9340	7183
8	12392	9975	7672
9	13144	10579	8135
10	13855	11151	8574
11	14530	11693	8990
12	15180	12205	9384
13	15797	12699	9764
14	16393	13197	10130
15	16968	13620	10472.

о Фонтанахъ или Водометахъ.

398. Во всякомъ направленіи фонтана, убыль воды, имъ производимая, всегда будетъ одинакова, только бы трубка конечная

нечная и вышина водохранилища поверхъ трубки были одинаковы. Сіе есть необходимое слѣдствіе равнаго во всѣ стороны гнѣтенія жидкихъ тѣлъ (288).

399. Вода при выходѣ изъ всякой и самой малой трубки, имѣетъ скорость, могущую взнести ее до высоты поверхности воды въ водохранилищѣ (363); и такъ вертикальныя фонтаны поднимались бы, ежели бы ничто имъ не препятствовало, на всю высоту ихъ водохранилищъ.

Многія причины совокупно уменшаютъ возвышеніе фонтановъ вертикальныхъ: 1е. треніе въ трубахъ, отъ водохранилища даже до выходу воды (434): 2е. треніе въ окружности отверстія; 3е. сопротивленіе воздуха движенію столба водянаго: 4е. тяжесть водяныхъ частицъ, которыя, всходя въ верхъ, теряютъ всю свою скорость и падаютъ на тѣ частицы, которыя еще стремятся въ верхъ. Ибо ежели не много наклонить фонтанъ, то онъ бьетъ нѣсколько выше, нежели когда онъ въ совершенно перпендикулярномъ положеніи. Но въ семъ случаѣ не производитъ онъ дѣйствія столь пріятнаго для глазъ, какъ когда струя перпендикулярно на себя падаетъ.

400. Когда устье направляется косвенно къ горизонту, тогда сила верженія и тяжесть воды принуждаютъ фонтанъ описать чувствительнымъ образомъ параболу (275), коея распространеніе тѣмъ болѣе, чѣмъ вышина водохранилища знатнѣе; ибо оное къ сей пропорціонально.

401. Когда отверстіе фонтана направлено горизонтально, то описываетъ онъ полу-параболу.

402. Фонтаны тѣмъ выше бьютъ, чѣмъ отверстія шире: ибо изъ двухъ фонтановъ, которыя, выходя изъ того же водохранилища, бьютъ изъ отверстія съ одинакою скоростію, толстой, 1е. менѣе подверженъ тренію, 2е. имѣетъ болѣе массы, слѣдовательно болѣе силы къ преодолѣнію препятствій. Но хотя толстые фонтаны и поднимаются выше тонкихъ, однакожъ по пропорціи своей не болѣе истощаютъ они воды, нежели сколько сіи послѣдніе: ибо убыль воды въ содержаніи произведенія отверстія устья умноженнаго на скорость при выходѣ изъ устья (364); и сія скорость чувствительно одинакова и въ томъ и въ другомъ, ежели не считать при семъ треній.

403. Чтобы толстые фонтаны поднимались выше тонкихъ, надобно трубкамъ, приводящимъ воду, быть довольно широкимъ, чтобы доставлять оную въ довольномъ обиліи: ибо ежели они весьма узки, то опытъ показываетъ, что тонкіе фонтаны бьютъ выше толстыхъ. И такъ надобно діаметру проводной трубы имѣть извѣстную величину въ отношеніи къ діаметру устья, чтобы фонтанъ поднимался на самую большую высоту, до которой можно ему достигнуть. И такъ ежели сравнить два разные фонтана и хотѣть, чтобы каждой поднялся на самую большую высоту, то надлежитъ для сего *квадратамъ діаметровъ трубокъ проводныхъ быть между собою въ содержаніи сложномъ изъ квадратовъ діаметровъ устьевъ и квадратныхъ радиксовъ высотъ водохранилищъ*. По чему, ежели извѣстно изъ опыта, какому должно быть діаметру проводной трубки, чтобъ она доставляла воду на убытокъ сквозь данное устье, подъ данною высотою водохранилища, то можно будетъ опредѣлить діаметръ всякой другой трубы, имѣющей доставлять воду въ данное устье, подъ высотою данною водохранилища.

404. Опытъ показалъ, что для отверстія въ 6 линій въ діаметръ, и подъ вышиною водохранилища 52 футовъ, діаметръ проводной трубы долженъ быть около 39 линій: а для устья 6 линій въ діаметръ, подъ высотою водохранилища 16 футовъ, діаметръ проводной трубы долженъ быть около $28\frac{1}{2}$ линій. Никакого нѣтъ неудобства, когда діаметръ проводной трубы больше будетъ вышепоказаннаго; но менше онаго не удобенъ.

405. Конечныя трубки дѣлаются иногда конусами или цилиндрами: сіе не выгодно. Цилиндрическія трубки невыгоднѣйшія изъ всѣхъ. Отверстія, доставляющія фонтанамъ наибольшее возвышеніе, суть сдѣланныя въ горизонтальной бляхѣ, закрывающей конецъ трубки. Надобно, чтобъ сія бляха была хорошо выполирована, тонка, имѣла бы равномѣрную толстоту, и что бы просверлена была перпендикулярно.

406. Изъ сравненія многихъ опытовъ, дѣланныхъ надъ фонтанами, оказывается, что *разности между высотами вертикальныхъ фонтановъ и высотами водохранилищъ ихъ, содержатся между собою*

бою *чувствительнымъ образомъ*, *какъ квадраты высотъ фонтановъ*. И такъ ежели извѣстно изъ опыта количество, на которое фонтанъ не доходитъ до высоты своего водохранилища, то чрезъ простую пропорцію узнать можно то количество, на которое всякой другой фонтанъ, коего вышина дана, не доходитъ до вышины своего водохранилища. Ежели желаетъ кто узнать высоту водохранилища, то къ вышинѣ фонтана прибавь количество найденное чрезъ пропорцію.

407. Когда требуется дѣлать поворотъ въ сторону проводнымъ трубкамъ, то, сколько возможно, надлежитъ избѣгать дѣлать оной подъ прямымъ угломъ; ибо отъ упора текущей воды въ сіи углы, истощается часть ея скорости, и проводная труба много терпитъ.

408. Мы прилагаемъ здѣсь таблицу, чтобы облегчить примѣненіе начальныхъ правилъ нами поставленныхъ.

Въ первыхъ двухъ графахъ находятся высоты фонтановъ и соотвѣтственныя высоты водохранилищъ. Третія графа содержитъ

житЪ вЪ пинтахЪ ПарижскихЪ, которыхЪ 36 составляютЪ кубической футЪ убываніе воды вЪ 1 минуту, чрезЪ отверстіе вЪ 6 линій вЪ діаметрѢ, относительно кЪ высотамЪ второй графы. Когда извѢстны убыли воды чрезЪ отверстіе вЪ 6 дюймовЪ, то простая пропорція покажетЪ убыль чрезЪ всякое другое отверстіе подЪ одинакою высотою водохранилища; поелику доказано (374), что убыли вЪ такомЪ случаѢ содержатся, какЪ площади устьевЪ, или какЪ квадраты сихЪ устьевЪ. ВЪ четвертой графѢ означено, какимЪ должно быть діаметрамЪ проводныхЪ трубЪ для отверстія вЪ 6 дюймовЪ, относительно кЪ высотамЪ второй графы. Діаметры трубокЪ проводныхЪ для другихЪ высотЪ водохранилищЪ можно узнать поступая по правилу выше (403) показанному.

ПримѢчаніе. При выкладкѢ количествЪ, означенныхЪ вЪ послѢднихЪ двухЪ графахЪ, дроби были опускаемы.

409.

409. Высоты фонтановЪ, представленныя вЪфутахЪ	Высоты водохранилищЪ, представленныя вЪ футахЪ и дюймахЪ		Убыль воды вЪ 1 минуту чрезЪ отверстіе вЪ 6 линій вЪ діаметрѣ, представленная вЪ пинтахЪ ПарижскихЪ	Діаметры проводныхЪ трубЪ, относительныхЪ ко 2й и 3й графѣ, представленныя вЪ линіяхЪ.
фут.	фут.	дюй.	пинт.	лин.
5	5	1	32	21
10	10	4	45	26
15	15	9	56	28
20	21	4	65	31
25	27	1	73	33
30	33	0	81	34
35	39	1	88	36
40	45	4	95	37
45	51	9	101	38
50	58	4	108	39
55	65	1	114	40
60	72	0	120	41
65	79	1	125	42
70	86	4	131	43
75	93	9	136	44
80	101	4	142	45
85	109	1	147	46
90	117	0	152	47
95	125	1	1[illegible]8	48
100	133	4	163	49

о НасосахЪ.

410. Насосы суть гидравлическія машины, дѣлаемыя для подниманія воды вЪ верхЪ. Они состоятЪ изЪ пустыхЪ цилиндровЪ A B (*фиг.* 51) или E F (*фиг.* 53), внутри хорошо выровненныхЪ, и одинакаго діаметра

во всю ихъ длину, которые цилиндры суть главныя части насоса, въ которыхъ двигаютъ въ низъ и въ верхъ затычку I, называемую *поршнемъ*, посредствомъ металлическаго прута X x, къ концу X котораго придѣлывается для качанія воды рычагъ X Y, или иная какая машина: къ симъ цилиндрамъ придѣлывается труба A T (*фиг.* 51), чтобы проводить воду на желаемую высоту; и наконецъ клапаны или крышки S s.

411. Насосовъ есть многіе роды: Одни суть нагнѣтательные, другіе всасывающіе или духовые; есть еще, которые вмѣстѣ и нагнѣтательные и духовые.

412. Насосы нагнѣтательные дѣлаются двоякимъ образомъ. Въ однихъ (*фиг.* 51.) столбъ воды поднимаемой, стоитъ на поршнѣ, которой движется; въ другихъ (*фиг.* 52.) столбъ воды противится поршню, которой налегаетъ на воду. Первые могутъ назваться *насосами нагнѣтательными поднимающими*; *а вторые насосами нагнѣтательными налегающими*.

413. Насосъ нагнѣтательной поднимающій (*фиг.* 51.) состоитъ изъ главной части насоса A B, въ низу которой находится конецъ трубки B N, открытой съ низу, или лучше еще, имѣющій со всѣхъ сторонъ не-

небольшія скважины, чтобы нечистота не могла войти въ насосъ. Въ соединеніи сей трубки съ главною частію насоса есть клапанъ *s*, которой, поднимаяся впускаетъ воду въ насосъ, а опускаяся потомъ препятствуетъ ей выходить. Въ главной части насоса находится поршень I, имѣющій сквозное отверстіе съ клапаномъ S на верхней части и прикрѣпленный къ дужкѣ *x*, которою, чрезъ посредство раздвоенной головки, какъ бы у циркуля, соединяется съ прутомъ *x* X, которымъ онъ движется помощію рычага перваго рода (477) X Z Y, котораго подставка въ Z. Къ верху главной части насоса A придѣлана труба A T, у которой еще есть выливательная трубка T. Сей насосъ долженъ поставленъ быть, какимъ бы то ни было образомъ, въ колодезь или бассейнъ, такъ чтобы главная часть A B вся была ниже поверхности воды A A.

414. Теперь ежели приподнять поршень I, опуская конецъ Y рычага Y Z X такъ, чтобы рычагъ пришелъ въ положеніе *y* Z *u*, поршень поднимется въ части насоса A B на количество равное X *u*, въ которое время клапанъ *s* поднимется и вода изъ бассейна пойдетъ въ насосъ отъ гнѣтенія внѣшней воды (288). Потомъ, когда опу-

 стить

стить опять поршень, то отъ давленія закроется клапанъ *s*, а поднимется клапанъ S. Чрезъ сіе вода, находившаяся подъ поршнемъ, взойдетъ на верхъ его и прижметъ клапанъ S къ его отверстію; чѣмъ самымъ и не допускается она опять въ низъ, когда вновь станетъ подниматься поршень. И такъ отъ вторичнаго движенія поршня поднимется сіе количество воды, и вступитъ въ насосъ новое количество оной, а потомъ на верхъ поршня, какъ и въ первый разъ: такимъ образомъ, по нѣкоторомъ числѣ движеній поршня, наполнится восходящая трубка А Т. Тогда при каждомъ разѣ движенія поршня будетъ выходить изъ трубки Т масса воды равная цилиндру, котораго основаніемъ будетъ ширина поршня, а длиною разстояніе, которое поршень двигаяся будетъ переходить въ насосѣ.

415. Не трудно узнать вѣсъ столба водянаго, которымъ поршень обремененъ, когда восходящая трубка полна; и слѣдовательно, какою силою потребно дѣйствовать въ Y, чтобы качать насосъ. Мы доказали выше сего (294), что *жидкія бременятъ, въ содержаніи перпендикулярныхъ ихъ высотъ и ширины основанія про-*

противящагося паденію ихъ. Въ насосѣ сіе основаніе есть поршень, а высота перпендикулярная есть высота восходящей трубки надъ поверхностію воды. И такъ, когда восходящая трубка полна, то бремя на поршнѣ равно вѣсу воддянаго цилиндра, имѣющаго діаметромъ своимъ діаметръ поршня, а высотою своею высоту трубки надъ поверхностію воды, какой бы впрочемъ ни былъ діаметръ трубки, что легко вычислить, зная, что цилиндръ водяной въ одинъ футъ въ діаметрѣ и въ одинъ футъ въ вышину, вѣситъ 55 фунтовъ.

416. Изъ сего слѣдуетъ, что не уменшится вѣсъ водянаго столба, отъ уменшенія діаметра трубки восходящей; а увеличивается отъ сего сопротивленіе, которое должно преодолѣвать, по причинѣ умножившихся треній, которыя гораздо болѣе бываютъ въ узкихъ, нежели въ широкихъ трубкахъ (105); ибо относительныя поверхности увеличиваются по мѣрѣ, какъ діаметры уменшаются. Почему, ежели не считать сбереженія кошту, великая есть опогрѣшность дѣлать, какъ сіе и етъо въ обыкновеніи, трубы восходящія уже самаго насоса. Гораздо лучше давать имъ діаметръ нѣсколько больше насоснаго: тогда

поднимаемый водяный столбъ скользитъ въ трубкѣ и слѣдовательно подверженъ тренію токмо втораго рода (97).

417. Насосъ нагнѣтательной налегающій состоитъ изъ главной части C D (*фиг.* 52), съ низу со всѣмъ закрытой, а отверстой въ верху, и въ которой находится поршень K, разнящійся отъ поршня предыдущаго насоса (413) только тѣмъ, что клапанъ S придѣланъ съ низу. Сей поршень, подобно какъ въ предыдущемъ насосѣ, приводится въ движеніе помощію рычага Y X Z втораго роду (477), у котораго подставка въ Z. Возлѣ главной части насоса поставлена трубка D O, съ которою она сообщается и имѣетъ въ нижнемъ концѣ клапанъ *s*, а у верхняго выливную трубку O. Сей насосъ, равно какъ предыдущій, долженъ поставленъ быть въ колодезѣ или бассейнѣ такъ, чтобы часть его C D вся находилась ниже поверхности воды A A.

418. Часть насоса C D, наполняется водою, падающею сквозь отверстіе C и поршень K, котораго клапанъ S, по своему положенію, естественнымъ образомъ отворяется. Когда начнетъ опускаться поршень K отъ приведенія рычага Y X Z въ положеніе *y и* Z, то сопротивленіе воды, жмущей

щей клапанъ S, тотчасъ его затворяетъ. Сія вода, не могши взойти поверхъ поршня, принуждена втекать въ трубку DO, поднявъ клапанъ s. Какъ скоро опять поднимется поршень, клапанъ s, отъ гнѣтенія воды, стоящей на немъ, закроется; а клапанъ S, упадая собственною тяжестію, откроется. И такъ проходитъ подъ поршень новая масса воды, которая чрезъ второе опущеніе въ низъ поршня, принуждена, какъ и первая, перейти въ восходящую трубку. Такимъ образомъ, когда нѣсколько разъ опускаемъ и поднимаемъ былъ поршень трубка DO, наполняется водою. Тогда все происходитъ, какъ и въ предыдущемъ насосѣ. Ежели въ обоихъ поршень одинакаго діаметра, и ежели восходящія трубки имѣютъ одинакую высоту перпендикулярную, то и вѣсъ обоихъ столбовъ водяныхъ равенъ, и къ обоимъ насосамъ требуется одинакая движущая сила для качанія ихъ: ибо въ семъ случаѣ, въ разсужденіи сей силы, есть равно, поднимать ли поршень, обремененный водянымъ столбомъ, или налегать на водяной столбъ поршнемъ.

419. Насосъ духовой или всасывающій (*фиг.* 53), составленъ изъ главной части EF, открытой съ верху, а въ низу соедин-

ненной съ трубкою всасывающею F P. Въ мѣстѣ соединенія обѣихъ сдѣланъ клапанъ s, на то, чтобы онъ поднимаяся въ верхъ, впускалъ воду изъ трубки P F въ F E, а опускаяся не допускалъ ее выходить обратно. Поршень I во всемъ подобенъ поршню I (*фиг.* 51) нагнѣтательнаго насоса перваго рода, о которомъ выше (413) мы говорили, и приводится въ движеніе также помощію рычага X Z Y (*фиг.* 53) тогоже рода. Сей насосъ долженъ быть такъ поставленъ, чтобы нижній конецъ всасывающей трубки F P погруженъ былъ въ воду.

420. Когда насосъ не въ дѣйствіи, то оба клапана S и s естественно закрыты своею тяжестію. Когда же поршень I приподнимается, чрезъ приведеніе рычага X Z Y въ положеніе *u* Z *y*, то поднимается и столбъ воздушный на немъ стоящій; а содержащійся въ трубѣ всасывающей, между поверхностію воды *a* и поршнемъ, воздухъ, принужденъ будучи тогда занимать большее пространство, становится рѣже внѣшняго воздуха. Сей послѣдній съ преимуществомъ гнѣтетъ на поверхность воды *a*, и принуждаетъ ее подниматься въ верхъ въ трубкѣ всасывающей, пока внутренній воздухъ опять получитъ прежнюю свою густоту,

стоту, занявъ менше мѣста. Такимъ образомъ, чрезъ нѣсколько разъ поднимания и опускания поршня, вода доходитъ до части главной E F насоса и проходитъ сквозъ поршень, поднимая клапаны S и s, одинъ послѣ другаго, которой поршень поднимаяся принуждаетъ воду вытекать въ выливную трубку E.

421. Какъ вода поднимается въ семъ насосѣ отъ гнѣтенія воздуха, и какъ сіе гнѣтеніе не можетъ поддерживать столба водянаго выше, какъ только около 32 футовъ (301); то явствуетъ, что всасывающая трубка не должна имѣть большую длину. Обыкновенно не дѣлаютъ ее длиною и въ 32 фута. Чтобы гнѣтеніемъ воздуха могъ поддерживаемъ быть столбъ водяной сея вышины, то надобно 1е чтобы всасывающій насосъ сдѣланъ былъ съ величайшею точностію, и всегда бы таковымъ оставался; 2е. чтобы онъ былъ поставленъ на ровень съ моремъ, или около того; ибо тутъ гнѣтеніе воздуха есть самое сильное; 3е. чтобы давленіе воздуха не перемѣнялось. Но весьма часто сихъ потребностей не достаетъ. И такъ обыкновенно почти дѣлается трубка всасывающая длиною въ 23 или 24 фута. Когда надобно поднимать воду на большую

шую высоту, то должно употребить насосъ нагнѣтательной. Правда, что употребленіе сего послѣдняго подвержено многимъ неудобствамъ. Надлежитъ главную часть его ставить въ колодезь или бассейнъ: и когда надобно что въ ней поправить, что весьма не рѣдко случается, то изъ двухъ одно должно сдѣлать; или вычерпать колодезь, или бассейнъ, или вынять насосъ: что весьма не удобно и убыточно. Для избѣжанія сихъ неудобствъ, наилучшее что можно сдѣлать, есть то, чтобъ насосъ былъ вмѣстѣ и всасывающій и нагнѣтательный, какъ то мы послѣ увидимъ (425).

422. Въ 1766 году утверждаемо и объявлено было въ публичныхъ листкахъ, что въ Севиллѣ, въ Гишпаніи, сдѣланъ былъ насосъ просто всасывающій, которой поднималъ воду на 60 футовъ вышины; и въ слѣдствіе сего сдѣлано заключеніе, что до того времени всѣ грубо ошибались, полагая, что давленіе воздуха не можетъ держать столба водянаго выше 32 футовъ. Посмотримъ, сколь основательно сіе увѣреніе. Одинъ не довольно свѣдущій жестяникъ, дѣйствительно сдѣлалъ въ Севиллѣ насосъ всасывающій, котораго трубкѣ далъ 60 футовъ длины, потому что ему надлежало поднять воду на сію вы-

высоту. Поставя на мѣсто свой насосъ, началъ качать, и никакъ не могъ довести воду до верхней части. Отъ нетерпѣливости или досады, ударилъ онъ топоромъ и сдѣлалъ небольшое отверстіе на всасывающей трубкѣ почти на 10 футовъ повыше поверхности воды бассейна. Тотчасъ небольшое количество воды дошло въ верхъ. По сему вздумали утверждать, что сдѣланъ всасывающій насосъ, которой поднимаетъ воду на 60 футовъ. Читатель можетъ судить о семъ утвержденіи.

423. Положимъ, что всасывающая трубка PF, имѣетъ отъ *a*, поверхности воды въ бассейнѣ, до F 60 футовъ вышины; и по нѣсколькихъ разахъ движенія поршня доведена вода до *c* на вышину 32 дюймовъ. Ежели потомъ сдѣлать скважинку въ *b* на 10 футахъ вышины отъ поверхности воды, то воздухъ входящій въ сію скважинку и гнѣтеніе свое устремляющій во всѣ стороны (301), принудитъ столбъ водяной въ 10 футовъ, которой находится подъ *b*, упасть въ бассейнъ; давленіе же воздуха, устремленное съ низу въ верхъ, будетъ дѣйствовать на водяной столбъ только въ 22 фута вышиною. И такъ можетъ поднять быть сей столбъ не только на 60,

 но

но болѣе нежели на 8000 футовъ высоты. Ибо воздухъ у поверхности земли имѣетъ въ 800 кратъ менѣе густоты, нежели вода (385); и ежели предположить, (чего нѣтъ) что его густота, по мѣрѣ возвышенія, не уменшается, то отнятые 10 футовъ воды будутъ противувѣсить болѣе, нежели 8000 футамъ воздуха. И такъ воздушный столбъ, гнѣтущій въ *b*, будетъ имѣть силы болѣе, нежели на 8000 футовъ. Слѣдовательно 22 фута оставшейся воды не прежде придутъ въ равновѣсіе съ воздушнымъ столбомъ, какъ взошедъ выше, нежели на 8000 футовъ. Чтобы получить вторую частицу воды въ семъ же насосѣ, надобно сперва заткнуть скважинку сдѣланную въ *b*; потомъ качать насосъ, чтобы поднять воду въ *c*; и наконецъ опять открыть скважину *b*. Почтетъ ли кто сіе производство работы простымъ, и притомъ для полученія толь малаго количества воды? Сверхъ сего надобно, чтобы всасывающая трубка имѣла небольшой діаметръ; иначе столбъ водяной распадется, воздухъ пройдетъ сквозь него, и ни капли воды не поднимется въ верхъ. Чтобы провозгласить ложнымъ мнѣніе, вообще всѣми принятое, надлежитъ о томъ подумать по крайней мѣрѣ дважды.

424. Вскорѣ послѣ того *Белланже*, ювелиръ, живущій на Дофиновой площади, въ Парижѣ, сдѣлалъ подражаніе Севильскому насосу, и прибавилъ еще оному свойство доставлять воду на 55 футовъ вышины непрерывающимся теченіемъ, хотя насосъ просто былъ всасывающій. Онъ составилъ свою машину такимъ образомъ: къ небольшому насосу, въ 25 линій въ діаметрѣ внутреннемъ, у котораго поршень двигался на 8 дюймахъ, придѣлалъ онъ насасывающую трубку въ 10 линій въ діаметрѣ и въ 56 футовъ длины: у трубки сей былъ одинъ клапанъ въ соединеніи ея съ насосомъ, а другой у нижняго конца ея. Сей конецъ погруженъ былъ въ бочку, наполненную водою. *Белланже* сдѣлалъ на сей трубкѣ маленкую скважину около $\frac{1}{2}$ линіи въ діаметрѣ, въ 12ти или 15ти дюймахъ отъ поверхности воды въ бочкѣ. Расположивъ все такимъ образомъ, когда начиналъ онъ качать медленно, то вода не поднималась: маленкая скважина довольно доставляла воздуху, чтобы наполнять всасывающую трубку. Но когда качалъ онъ съ великою скоростію, то, поелику скважина не могла въ толь короткое время впускать столько воздуху, чтобъ имъ наполнить трубку, поднималось

не

небольшое количество воды, смѣшанной съ воздухомъ: и такъ столбъ составленъ былъ изъ небольшихъ цилиндровъ, попеременно воздушныхъ и водяныхъ: и хотя вышиною онъ былъ въ 55 футовъ, но вѣсу въ немъ было гораздо не столько, сколько въ водяномъ непрерывномъ столбѣ въ 32 фута вышины. Почему вычисливъ, по діаметру главной части насоса, и по пространству, въ которомъ движется поршень, какое бы количество воды долженъ сей насосъ доставлять, когда бы не проходило въ него воздуха, и сравнивъ сіе количество съ дѣйствительно доставляемымъ, нашелъ я сіе послѣднее весьма меньше того. Ибо въ 6 минутъ времени 530 разъ двинутъ былъ поршень, и 36 пинтовъ воды получено: а должно бы получить болѣе, нежели 292 пинты. И такъ сей насосъ не доставляетъ намъ даже и осьмой части той воды, которую бы доставлять долженъ. Слѣдовательно хотя кажется онъ лучше выдуманнымъ, но въ дѣлѣ не лучше Севильскаго.

425. Насосъ всасывающій и нагнѣтательный состоитъ изъ части G H (*фиг.* 54), открытой съ верху, а въ низу соединенной съ насасывающею трубою H V. Въ соединеніи ихъ сдѣланъ клапанъ S для того же упо-

Фиг 45

A

G 960

F 970

E 980

D 990

C 1000

B

S

Фиг 46

D E

A

a

C

B

S

Фиг 47

30 25 20 15 10 5

D

B C A

Фиг 48

A D C E F G B

Фиг 51

u Y Y Z X y T y

A

x S t q s B q N

Фиг 52

X Z u O

A

C x K q S s q D

Фиг 53

u Y Z X y E

s q s F oo q

32 c

10 b

A a A

P

Фиг 49

H L K

Фиг 50

требле
щемЪ
ся пор
верстi
хой ,
прута
(477),
части
сходящ
клапан
R. Сей
такЪ ,
вающей
водѣ.
426.
вое дѣ
какое
чагомЪ
y и Z
на сем
детЪ в
сываю
внѣшня
преиму
воды А
вгонит
оная д
нiи вЪ

потребленія, какъ и въ простомъ всасывающемъ насосѣ (419). Въ части G H находится поршень M, не имѣющій сквознаго отверстія, какъ прежде показанные, но глухой, и приводится въ движеніе помощію прута x X, и рычага Y X Z втораго роду, (477), коего подставка въ Z. Къ боку сей части насоса съ низу придѣлана восходящая трубка H R, имѣющая въ низу клапанъ s, а въ верху трубку выливную R. Сей насосъ долженъ быть поставленъ такъ, чтобы только нижній конецъ всасывающей трубки H V погруженъ былъ въ водѣ.

426. Не трудно усмотрѣть, что первое дѣйствіе сего насоса будетъ всасываніе, какое показано выше (419). Ибо когда рычагомъ Y X Z, приведеннымъ въ положеніе y и Z поднимется поршень M; то стоящій на семъ воздушный столбъ поднятъ будетъ въ верхъ: находящійся же внутрь всасывающей трубки воздухъ сдѣлается рѣже внѣшняго воздуха. И такъ сей послѣдній съ преимуществомъ будетъ давить поверхность воды A A, и, по нѣсколькихъ разахъ качанья, вгонитъ ее въ главную часть насоса. Когда оная дойдетъ до сего мѣста, то при опущеніи въ низъ поршня M, клапанъ S затворится,

а вода принуждена будетъ втекать въ трубку HR, поднявъ клапанъ s, которой, какъ скоро гнѣтенія не будетъ, опадетъ своею и воды стоящей на немъ тяжестью. Изъ чего видно, что поршень, поднимаяся въ верхъ, всасываетъ, а опускаяся нагнѣтаетъ.

427. Сей насосъ весьма способенъ къ употребленію, потому что главная часть его, находяся внѣ воды, удобно можетъ быть поправляема въ случаѣ поврежденія; и потому, что посредствомъ его можно поднимать воду на произвольную высоту, надобно только для сего сдѣлать длиннѣе восходящую трубку, и увеличить силу, которою должно его качать.

428. Къ сему роду насосовъ (425) можно причислить пожарную трубу, которая есть не токмо всасывающій купно и нагнѣтательный насосъ, но въ которой устремленіе воды непрерывно, хотя въ ней находится одна только главная часть. Сей насосъ такъ же составленъ, какъ вышеупомянутый (425) всасывающій купно и нагнѣтательный (*фиг.* 54), съ тою только разностію, что всасывающая его трубка короче, и что вмѣсто твердой восходящей трубы, имѣетъ кожаную трубу или рукавъ, коему дается надлежащая длина. И такъ сей насосъ

сосъ (*фиг.* 55) состоитъ изъ главной части GH, съ верху отверстой, къ низу которой придѣлана всасывающая трубка HT. Въ соединеніи сей трубки съ главною частію сдѣланъ клапанъ S, чтобы воду, вступившую въ насосъ, не допускать опять упасть въ бассейнъ. Поршень M не имѣетъ сквознаго отверстія, а глухой, и приводится въ движеніе помощію металлическаго прута xX и рычага втораго рода (477) YXZ, у котораго подставка въ Z. Въ боку нижней части сдѣлана скважина C, которая закрывается клапаномъ *cl*, коего одинъ конецъ *l* упругой прикрѣпляется небольшимъ винтикомъ. Сей клапанъ долженъ вышедшую изъ главной части насоса воду не допускать вступить туда опять, когда поднимается въ верхъ поршень M. Вся часть насоса GH одѣта кругомъ трубкою ABDE, имѣющею діаметръ 2мя или 3мя дюймами больше діаметра самой насосной трубки; а промежутокъ между ними наполненъ воздухомъ. Къ нижней части сей трубки придѣлана другая небольшая трубка изогнутая ER, имѣющая въ концѣ своемъ R клапанъ *s* и вѣнчикъ металлической, на который навинчивается другой вѣнчикъ, придѣланный къ кожаному рукаву, который,

какъ

какъ выше мы сказали, служитъ вмѣсто восходящей трубки. Все сіе вмѣстѣ поставлено, какъ видѣть можно въ P (*фиг.* 56) на ящикѣ N O, обитомъ внутри свинцомъ, въ которомъ содержится вода, и утверждено между крышкою ящика L и перекладинкою Q, сквозь которую проходитъ верхней конецъ T (*фиг.* 55) насоса, которой для сего и сдѣланъ меншаго діаметра, нежели прочая трубка. Крышка L (*фиг.* 56) ящика также по срединѣ имѣетъ отверстіе, чтобы пропустить въ оное всасывающую трубку H T (*фиг.* 55).

429. Теперь видѣть можно, что когда поднимется въ верхъ поршень M, чрезъ поднятіе рычага Y X Z въ положеніе Z *и y*, то клапанъ *s* и крышка съ пружиною *t*, находящаяся въ C, прижаты будутъ къ своимъ отверстіямъ давленіемъ внѣшняго воздуха. Сіе же самое давленіе, дѣйствуя на поверхность воды VV, принуждаетъ ее вступить въ насосъ, приподнявъ клапанъ S; тогда насосъ бываетъ всасывающимъ. Но когда поршень M опустится, то отъ послѣдующаго давленія клапанъ S закроется, а крышка въ C откроется; тогда вода войдетъ не только въ трубку или рукавъ *abd* (*фиг.* 56), приподнявъ клапанъ *s* (*фиг.* 55), но и въ промежутокъ,

на-

находящійся между трубкою насосною и трубкою одѣвающею оную, поднимаяся въ IK и сжимая содержащійся тутъ воздухъ. Какъ же скоро опять поднимется поршень M, то сей воздухъ, не бывъ болѣе гнѣтомъ, дѣйствуетъ своею упругостію на зашедшую въ промежутокъ воду и гонитъ ее въ кожаную трубку: такимъ образомъ, при опущеніи поршня, вода гнѣтется самымъ поршнемъ; а при поднятіи его, гнѣтется она отъ упругости воздуха (905); отъ чего и происходитъ непрерывное ея стремленіе, хотя и одна только насосная трубка.

430. Непрерывное теченіе воды необходимо нужно при пожарахъ, которое и получается чрезъ посредство упругости воздуха, дѣйствующей въ то время, какъ поршень поднимаемъ бываетъ. Правда, что для каченія сего насоса потребна двойная сила; то есть, одна, могущая гнать столбъ воды, а другая равная, сжимать воздухъ. Но сіе не дѣлаетъ неудобства; ибо при случаѣ пожарномъ рѣдко недостатокъ бываетъ въ работникахъ, а часто бываетъ излишество.

431. Къ каченію насосовъ употребляются всякаго рода дѣйствующія силы, какъ то: люди, лошади, текущія воды, дѣй-

ствіе вѣтра и проч. Небольшія машины сего рода, какъ то, колодезные насосы или пожарныя трубы, качаемы бываютъ обыкновенно людьми. Когда надобно поднимать въ верхъ знатное количество воды, то сила движущая увеличиваема бываетъ по пропорціи: а чтобы оная непрестанно дѣйствовала одинаково, или покрайней мѣрѣ почти одинаково, не стоя праздною, то устроиваются многіе насосы такъ, что когда одни поршни опускаются, другіе въ тоже время поднимаются. Такимъ образомъ устроена Марліевская машина.

432. Все дѣйствіе сихъ машинъ зависитъ отъ исправности попеременнаго движенія клапановъ или крышекъ. По чему и должно дѣлать и располагать сіи части машины такъ, чтобы они хорошо держали воду, когда бываютъ закрыты, и, когда надобно, свободно раскрывались.

433. Иногда для приведенія насосовъ въ дѣйствіе, употребляется сила воды, отъ огня въ паръ превращенной, и сіи помощію огня дѣйствующія гидравлическія машины, способны великое количество воды поднимать на великую вышину. О нихъ будемъ говорить ниже (1067), когда будемъ разсуждать о водѣ въ видѣ пара, и показывать

чрез-

чрезвычайно великую силу сего упругаго жидкаго тѣла.

Движенія Водъ въ проводныхъ Трубахъ.

434. Когда требуется провести воду изъ одного мѣста въ другое, то явствуетъ, что надобны къ сему трубы тѣмъ длиннѣе, чѣмъ разстояніе мѣстъ болѣе. Въ приставныхъ трубкахъ, о которыхъ говорили мы выше (381 *и слѣд.*), не въ великой щетъ принимали мы сопротивленіе, происходящее отъ треній, потому что оное тутъ не очень чувствительно. Но въ долгихъ трубахъ треніе воды о стѣны ихъ знатно уменшаетъ скорость, какъ сіе опытъ доказываетъ. Предположимъ сперва трубы прямолинѣйныя.

435. Въ сихъ опытахъ употреблены были двѣ трубки, изъ которыхъ у одной внутренній діаметръ былъ въ 16 линій, а у другой въ 2 дюйма. Длина ихъ постепенно увеличиваема была отъ 30 до 180 футовъ; а высота постоянная воды въ водохранилищѣ, поверхъ оси каждой трубы, иногда была въ 1, иногда въ 2 фута.

436. Въ слѣдующей таблицѣ можно видѣть происшедшее изъ всѣхъ сихъ опытовъ.

Постоянная высота воды въ водохранилищѣ отъ оси трубы, представленная въ футахъ	Разстояніе точекъ, въ которыхъ принимаема была вода, отъ точки, отъ которой вода пошла, изображенное въ футахъ.	Число кубическихъ дюймовъ воды, вытекшей въ 1 минуту сквозь трубу въ 16 линій въ діаметрѣ.	Число кубическихъ дюймовъ воды, вытекшей въ 1 минуту сквозь трубу 2хъ дюймовъ въ діаметрѣ.
1	30	2778	7680
1	60	1957	5564
1	90	1587	4534
1	120	1351	3944
1	150	1178	3486
1	180	1052	3119
2	30	4056	11219
2	60	2888	8190
2	90	2352	6812
2	120	2011	5885
2	150	1762	5232
2	180	1583	4710

437. Ежели по таблицѣ, выше сего показанной (397), пріискать количество, изъ двухъ приставныхъ трубокъ въ 16 линій и въ 2 дюйма въ діаметрѣ, вытекшей воды, подъ одинакими высотами водохранилища, не считая треній, а только площади устій трубокъ; то найдется, что въ 1 минуту,

1e.

1е. Когда высота водохранилища въ 1 футъ, то трубка въ 16 линій въ діаметрѣ, выпуститъ воды 6292 кубическихъ дюймовъ.

2е. Когда высота водохранилища въ 2 фута; то та же трубка выпуститъ воды 8893 дюймовъ кубическихъ.

3е. Когда высота водохранилища въ 1 футъ; то трубка, въ 2 дюйма въ діаметрѣ, выпуститъ воды 14156 дюймовъ кубическихъ.

4е. Когда высота водохранилища въ 2 фута; то та же трубка выпуститъ воды 20008 дюймовъ кубическихъ.

Изъ сего видно, что сіи количества вытекающей воды гораздо болѣе, нежели соотвѣтственныя имъ въ предыдущей таблицѣ, и что даваемое каждой трубкою количество воды тѣмъ болѣе уменшается, чѣмъ длиннѣе сія трубка, ибо тогда бываетъ въ треніи больше поверхностей.

438. Но также можно примѣтить, что уменшеніе количества вытекающей воды не пропорціонально къ возрастающей длинѣ трубки: вытеканіе воды уменшается по мѣрѣ прибавляющейся длины трубки, но количествами умаляющимися: ибо первые 30 футовъ гораздо болѣе уменшаютъ сіе вытеканіе,

нежели вторые 30 футовъ; а третьею прибавкою длины на 30 футовъ еще менѣе второй уменшается оное, и такъ далѣе.

439. Изъ всего сего вывести можно, что въ практикѣ, въ которой не требуется толь великой точности, можно принять за правило, что *количества воды, вытекающія въ равныя времена, чрезъ одинакую горизонтальную трубу, подъ одинакою высотою водохранилища, и въ разныхъ разстояніяхъ между выливающимъ устьемъ и принимающимъ устьемъ трубки, содержатся между собою почти, какъ квадратные радиксы сихъ разстояній въ обратномъ содержаніи.*

440. Изъ предыдущей таблицы можно примѣтить, что трубка въ 16 дюймовъ въ діаметрѣ, по пропорціи, выпускаетъ воды менѣе, нежели трубка въ 2 дюйма, подъ одинакою высотою водохранилища и при одинакой длинѣ своей. Сіе происходитъ отъ того, что относительно къ количествамъ воды, которыя могутъ вмѣщаться въ трубкахъ сихъ, въ узкой трубкѣ болѣе поверхностей, въ треніи находящихся, нежели въ широкой трубкѣ (416).

441. Ежели таже труба, вмѣсто прямолинѣйной будетъ криволинѣйная, то отъ

сего

сего еще уменшится вытекающей воды количество, но мало: а нѣсколько болѣе уменшится, ежели плоскость трубки криволинѣйной будетъ поставлена болѣе въ вертикальное положеніе, нежели въ горизонтальное. Сіе небольшое уменшеніе происходитъ отъ упора воды въ углы трубки, отъ котораго теряется часть скорости.

442. Но ежели трубка, вмѣсто того, чтобы быть криволинѣйною, составлена будетъ изъ частей прямыхъ, которые дѣлаютъ между собою углы, то уменшеніе будетъ еще болѣе, и тѣмъ болѣе, чѣмъ сіи углы менѣе отверсты; ибо тогда упоръ воды будетъ менѣе косвенъ, и чрезъ то принудитъ воду терять болѣе скорости.

443. Когда трубки кривы и плоскость ихъ кривизнъ есть вертикальная (*фиг.* 57), тогда бываютъ въ нихъ скаты съ двухъ сторонъ, въ которыхъ можетъ задерживаться воздухъ и дѣлать медленнѣе, или и остановить теченіе воды. На примѣръ, пусть будетъ трубка ABCDEFG, коея въ верхній конецъ A, соотвѣтствующій водохранилищу, вода втекаетъ; а изъ конца G вытекаетъ. Трубка сперва наполнена воздухомъ; когда вода впустится въ A; то, гоня передъ собою воздухъ, на-

полнитЪ она часть АВ и часть ВС: дошедши до изгиба С, побѣжитЪ по нижней части сего изгиба, чтобы наполнить (какЪ опытЪ сiе доказываетЪ) изгибЪ D, оставя позади себя столбЪ воздушный CD, которой уже не можетЪ вытти. Продолжая течь, вода вступитЪ изЪ D вЪ E, куда дошедЪ польется еще по нижней части кривизны сей, чтобы наполнить изгибЪ F, оставя позади себя второй столбЪ воздушной EF, которой тутЪ держаться будетЪ, не взирая на гнѣтенiе столба AB. Ибо столбЪ воздушный CD не можетЪ перевѣсить гнѣтенiе водянаго столба DE; равно какЪ и воздушный столбЪ EF не перевѣситЪ столба водянаго FI. И такЪ, хотя вода вЪ трубкѣ AB и гораздо выше G стоитЪ, не можетЪ она выше I подняться, и не потечетЪ. Единое средство выгнать воздушные столбы CD и EF, есть придѣлать на верху изгибовЪ двѣ коротенькiя трубки C и E, чрезЪ которыя выпустить воздухЪ и потомЪ закрыть ихЪ затычками или кранами, когда вода приведена вЪ надлежащее теченiе.

Коле-

Колебательное движенiе Воды въ Сифонѣ

444. Выше мы показали (262), что когда тѣло тяжелое, или маятникъ A (*фиг.* 29), висящiй на ниткѣ CE, описываетъ дуги круга BAD или FAG, качаяся около неподвижной точки C, то всѣ качанiя его изохронически или равновременны, хотя проходимыя имъ дуги BAD или FAG и неравны. Мы доказали также (263), что продолженiя качанiй двухъ маятниковъ, имѣющихъ неравныя долготы, содержатся между собою, какъ радиксы квадратные сихъ долготъ. Движенiе воды, которая качается или колеблется въ сифонѣ, есть такого же рода.

445. Представимъ сифонъ (*фиг.* 58.), состоящiй изъ трехъ рукавовъ, двухъ вертикальныхъ *ln*, *mo*, и одного горизонтальнаго *no*; внутреннiй дiаметръ сего сифона долженъ быть равенъ чрезъ все протяженiе его; пусть жидкое въ семъ сифонѣ, будучи въ покоѣ, занимаетъ пространство *anod*: въ такомъ случаѣ поверхности *ab*, *cd*, будутъ стоять наровнѣ. Положимъ потомъ, что отъ какой нибудь причины жидкое принуждено спуститься въ *gh*, въ рукавѣ

то, и слѣдовательно подняться въ *ef*, въ рукавѣ *ln*; какъ скоро сія причина перестанетъ дѣйствовать, то жидкое оставлено будетъ свободному дѣйствію своея тяжести. Излишекъ долготы столба *en*, надъ долготою столба *ho* принудитъ жидкое опуститься, и даже ниже поверхности другаго столба, по причинѣ ускоренія паденія его (216); отъ чего жидкое въ рукавѣ *то* поднимется, опять опустится, и потомъ опять поднимется, попремѣнно производя колебанія подобно маетнику; и продолженіе каждаго изъ сихъ колебаній будетъ точно такое, какъ размахъ маетника, имѣющаго длиною половину длины *pq* столба тѣла жидкаго.

446. Поелику колебанія воды слѣдуютъ одинакимъ правиламъ съ маетниками (26-), то, когда увеличивается, или уменшается долгота столба водянаго, увеличивается и уменшается и продолженіе каждаго его колебанія и притомъ въ содержаніи радиксовъ квадратныхъ сей долготы.

Колебательное движеніе Воды въ Волнахъ.

447. *Невтонъ* (въ *Principes mathematiques Liv.* II *Prop.* 46.) сравниваетъ съ колебатель-

тельнымъ движенiемъ воды въ сифонѣ, движенiе волненiя жидкой массы неопредѣленной, которой равновѣсiе разстроено дѣйствiемъ вѣтра или инымъ образомъ. Пусть ABCDEF (*фиг.* 59) будетъ стоячая вода, коея поверхность возвышается и опускается волнами, одною за другой послѣдующими, пусть A, C, F будутъ возвышенiя сихъ волнъ, а B, D, F промежутныя углубленiя, ихъ раздѣляющiя. Какъ движенiе волнъ происходитъ чрезъ восхожденiе и нисхожденiе попеременное воды, такъ что части самыя вышнiя учиняются потомъ самыми нижними попеременно; и какъ движущая сила, возводящая нижнiя части и низводящая вышнiя части, есть вѣсъ поднявшейся въ верхъ воды; то сiе попеременное восхожденiе и нисхожденiе сходственно съ колебательнымъ движенiемъ воды въ сифонѣ, и слѣдуетъ тѣмъ же законамъ въ разсужденiи своего продолженiя.

448. И такъ, ежели есть маятникъ, котораго длина будетъ равна половинѣ поперешнаго разстоянiя, на примѣръ, между возвышенiемъ A и углубленiемъ B, то есть, равна половинѣ *Ab*, то самыя вышнiя части учинятся самыми нижними въ продолженiе

женіе одного размаха сего маетника; а въ продолженіе другаго размаха учинятся опять самыми вышними. И такъ каждая волна перебѣжитъ свою ширину въ такое время, которое употреблено будетъ маетникомъ на два размаха. И какъ маетникъ, котораго длина будетъ въ четверо болѣе длины предыдущаго маетника, то есть, котораго длина равняется ширинѣ волны А С, сдѣлаетъ только одинъ размахъ въ то время, какъ первый дважды качнется (263); то должно заключить, что волны дѣлаютъ свои колебанія въ тоже время, въ которое маетникъ, имѣющій длиною ширину сихъ волнъ, дѣлаетъ свои размахи. *Шириною волнъ* называется поперешное пространство А С между самыми конечными ихъ возвышеніями, или пространство В D между самыми нижними ихъ углубленіями.

449. Изъ сего слѣдуетъ, что волны шириною въ 3 фута $8\frac{17}{30}$ линій, въ секунду пройдутъ свою ширину; слѣдовательно въ минуту пройдутъ 183 фута, 6 дюймовъ, 10 линій; а въ часъ 11014 футовъ, 2 дюйма. Ежели бы сіи волны имѣли ширину въ четверо болѣе, то перешли бы они сію ширину въ двойное только время: и такъ,

такъ, чѣмъ они ширѣ, тѣмъ большее пространство перебѣгаютъ въ данное время.

450. Все сіе происходило бы такъ, какъ мы теперь сказываемъ, въ томъ предположеніи, что бъ всѣ части воды восходили и нисходили по прямой линѣѣ; но сіе восхожденіе и нисхожденіе дѣлается болѣе въ кривыхъ линѣяхъ: и такъ сіе опредѣленіе проходимаго пространства, въ данное время, есть токмо приближающееся къ подлинному.

Движеніе Колесъ, ударомъ Воды движимыхъ.

451. На окружностяхъ мѣльничныхъ колесъ на иныхъ дѣлаются лопатки, на другихъ ребра. Въ первомъ случаѣ вода дѣйствуетъ на сіи колеса наипаче своимъ удареніемъ, во второмъ дѣйствуетъ она своею тяжестію. Предложимъ сперва о колесахъ, движимыхъ ударомъ воды.

452. Опытъ оказалъ, что чѣмъ болѣе на колесахъ лопатокъ, тѣмъ скорѣе они вертятся. Къ колесамъ, въ 20 футовъ въ діаметрѣ, обыкновенно придѣлывается 40 лопатокъ: большее число, какъ на примѣръ 48, будетъ выгоднѣе. Къ колесамъ мѣльницъ, построенныхъ на судахъ стоящихъ на рѣкахъ, обы-

обыкновенно придѣлывается отъ 8 до 10 крыльевъ или лопатокъ; сіи колеса болѣе бы дѣйствія произвели, когда бы имѣли оныхъ 15 или 16.

453. Когда колесо съ крыльями вертится подъ спускомъ, то получаемый имъ ударъ отъ воды есть почти $\frac{1}{3}$ скорости воды, ударъ большій, нежели получаемый имъ въ неопредѣленномъ количествѣ жидкаго: потому что въ семъ послѣднемъ случаѣ вода, которая изобильна, заходитъ за крыло и ему противится: подъ спускомъ же немного воды туда заходитъ, но и та бѣжитъ такъ же скоро, какъ и крыло, или еще и скорѣе.

454. Опытъ доказываетъ, что когда жолобъ имѣетъ ширину и глубину, довольную для движенія колеса, и когда вода ударивъ, можетъ свободно утекать; тогда прямой и перпендикулярной ударъ въ крыло колеса почти въ двое того удара, которой получило бы крыло, когда бы погружено было на такую же глубину въ неопредѣленное количество текучей воды.

455. Когда колесо, снабженное 48 крыльями, вертится въ спускѣ, и не глубоко въ водѣ погружено, то окружность его должна получить около $\frac{2}{3}$ скорости теченія

воды,

воды, чтобы машина могла произвести самое большее дѣйствіе.

456. Крылья, къ центру колеса направленіе свое имѣющія, казались бы выгоднѣйшими; потому что тогда бы не много не перпендикулярно они ударяемы были отъ воды: что произвело бы самое большее удареніе. Когда же они наклонены, то ударъ бываетъ косвенный; отъ чего и сила уменшается. Однако же нѣкоторая степень наклоненія заставляетъ воду подниматься вдоль крыла и на немъ нѣсколько времени оставаться; тогда она тутъ дѣйствуетъ своею тяжестію, подѣйствовавъ прежде ударомъ своимъ, и можетъ статься, что происходящею изъ сего силою, болѣе нежели замѣняется уменшеніе удара отъ косвенности, подъ которою лопатка ударяется. Вообще въ колесахъ, поставленныхъ въ жолобахъ, нѣсколько покатыхъ, лопатки должны быть нѣсколько наклонены къ полупоперешнику, какъ для того, чтобы ударяемы они были въ направленіи приближающемся къ перпендикулярному, такъ и для того, чтобы получали умноженіе силы отъ тяжести воды. Наклоненіе лопатокъ къ полупоперешнику выгоднѣйшимъ быть кажется, по опыту, между 20 и 30 градусами.

457. Колесо, поставленное возлѣ самаго водохранилища, вертится скорѣе, нежели во всякомъ другомъ мѣстѣ, потому что тогда все паденіе воды въ пользу употребляется. Но ежели необходимость заставляетъ поставить колесо при концѣ жолоба, на извѣстное разстояніе отъ водохранилища, то надобно наклонить жолобъ почти на десятую часть длины его, дабы покатость возвращала водѣ ту скорость, которая уничтожается отъ тренія. Тогда колесо получаетъ тоже удареніе, которое бы имѣло, поставлено бывъ возлѣ самаго водохранилища.

Движеніе Колесъ, тяжестію Воды движимыхъ.

458. Вода тяжестію своею производитъ дѣйствіе гораздо большее, нежели удареніемъ. Ибо Г. *Паранъ* въ 1704 году, и Г. *Пито* въ 1725, доказали, что колесо (предполагая его неимѣющимъ тренія), движимое быстротою теченія воды, и устроенное на то, чтобы поднять часть сей воды на высоту движущей его воды, не могло поднять оной болѣе $\frac{4}{27}$, или много что $\frac{1}{7}$. Напротивъ дѣйствуя на колесо одною тяжестію воды, можно поднять на туже

же высоту, съ которой она падаетъ, половину падающей воды, или $\frac{2}{3}$ или $\frac{3}{4}$ и проч.

459. И такъ, когда воды количество мало, а необходимость требуетъ беречь ее (что весьма часто случается, потому что болѣе есть маленькихъ ручейковъ, нежели рѣкъ); то лучше дѣйствовать воды сей тяжестію, нежели удареніемъ. Для сего вмѣсто колеса съ крыльями, надобно употребить колесо съ ребрами, гдѣ можно имѣть паденіе болѣе 4 футовъ и гдѣ нѣтъ всей воды, нужной для поворачиванія колеса, на примѣръ, съ крыльями.

460. Г. *Депарсіе* (*Mem. de l' Acad. des Scien.* 1754 *pag.* 603 *et* 671) доказалъ потомъ, что чѣмъ медленнѣе движутся колеса съ ребрами, тѣмъ большее производятъ дѣйствіе при равномъ количествѣ текущей воды. Онъ сдѣлалъ маленькое колесо въ 20 дюймовъ въ діаметрѣ, на окружности котораго было 48 реберъ. На оси колеса сего сдѣлано было четыре цилиндра разной толстоты; самой меншей въ 1 дюймъ въ діаметрѣ, слѣдующій въ 2 дюйма, третій въ 3, а четвертый въ 4. Сіи цилиндры суть разные вороты, около которыхъ обвивается вервь, поднимающая гирю посредствомъ отводнаго блока, укрѣпленнаго выше

машины. Концы оси колеса лежали каждое на двухъ весьма легко движимыхъ валикахъ; что сдѣлано для уменьшенія тренія. Въ переди колеса, не много повыше оси его, поставленъ былъ маленькой столикъ, на которомъ находился сосудъ, имѣющій скважину на боку къ колесу обращенномъ, который сосудъ наполнялся водою. Сверхъ него поставлена бутыль, полная воды и въ верхъ дномъ обороченная, такъ что горло погружено было на нѣсколько линій въ воду сосуда, чтобы она опорожнялася по мѣрѣ теченія воды изъ сосуда сквозь упомянутую скважину. Вода сія вытекая падала въ жолобъ, которой проводилъ ее въ ящики колеса. Такимъ образомъ при всякомъ опытѣ въ точности употреблено было одинакое количество воды.

461. Дѣйствія опытовъ, дѣланныхъ Г. *Депарсіе*, были слѣдующія. Онъ поднималъ грузы въ 12, и въ 24 унціи: самый тяжелый, болѣе противяся, принуждалъ колесо вертѣться медленнѣе. Онъ попеременно навивалъ вервь на разные цилиндры: тотъ же вѣсъ противился тѣмъ болѣе, чѣмъ толще былъ цилиндръ, на которомъ вервь была навита.

Діа-

Діаметры цилиндровъ.	*Высоты, на которыя поднималась тяжесть въ 12 унцій.*		*Высоты, на которыя поднималась тяжесть въ 24 унціи.*	
дюймы	дюймы	линіи	дюймы	линіи.
1	69	9	40	0
2	80	6	43	6
3	85	6	44	6
4	87	9	45	3

462. Когда вервь навита на толстой цилиндръ или когда поднимаемый грузъ болѣе; то колесо вертится медленнѣе. Изъ означенныхъ произведеній видно, что тотъ же грузъ тѣмъ выше поднимается, чѣмъ толще цилиндръ, на которой навита вервь. Видно также, что двойная тяжесть, которая дѣлаетъ медленнѣе обращеніе колеса, всходитъ выше половины той высоты, до которой всходитъ тяжесть простая. Слѣдовательно въ семъ случаѣ дѣйствіе бываетъ большее.

463. И такъ можно положить за начальное правило, что *вода, одинаково падающая, дѣйствуетъ своимъ вѣсомъ гораздо выгоднѣе, нежели своимъ ударомъ: и что колеса съ ребрами чѣмъ*

 мед-

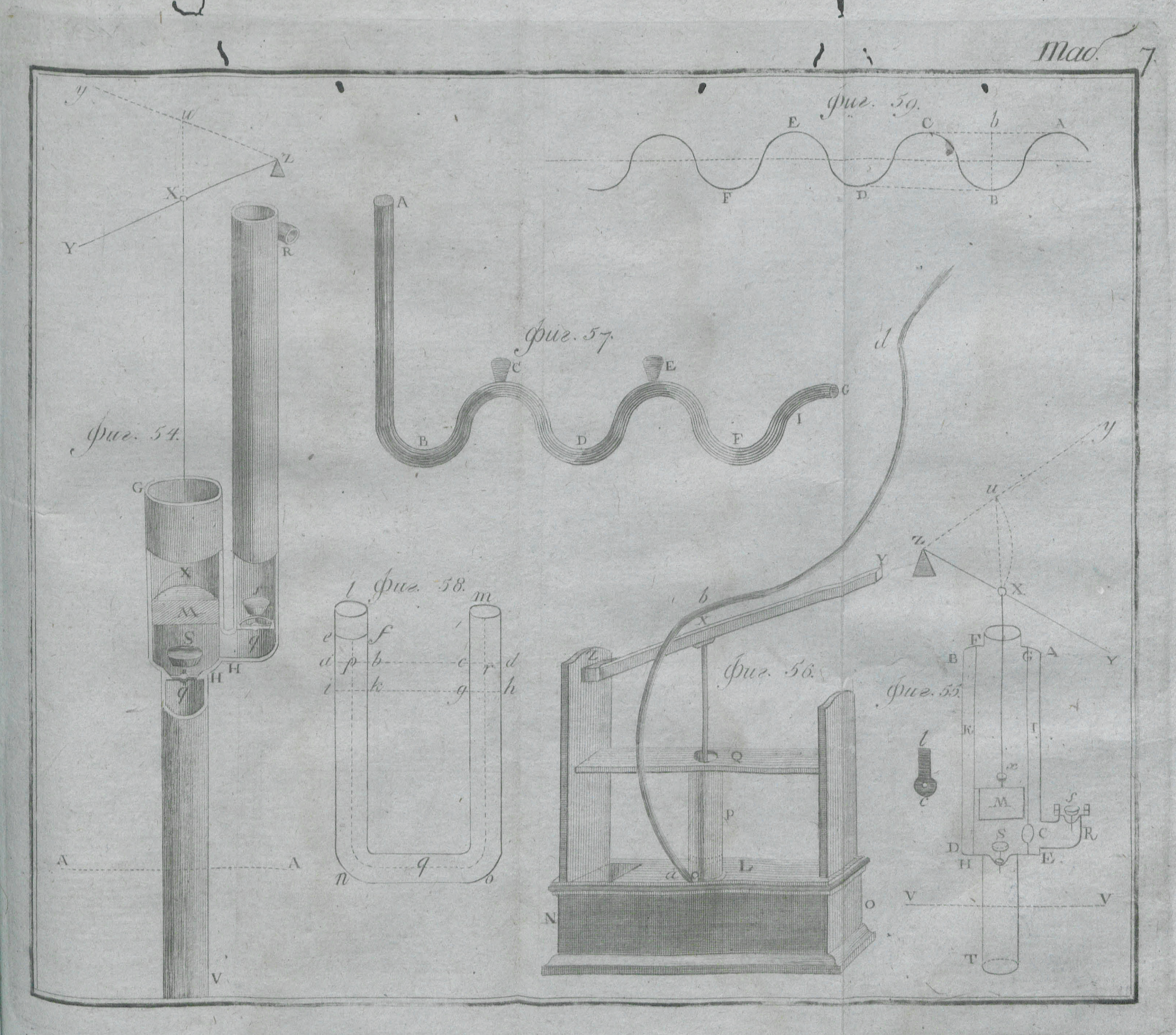
медленнѣе движутся, тѣмъ болѣе, при равныхъ количествахъ текущей воды, производятъ дѣйствія. Сіе превышеніе дѣйствія происходитъ отъ того, что та же часть воды долѣе дѣйствуетъ, когда колесо вертится медленнѣе.



ГЛАВА IX.

О Механикѣ статической.

464. Предложивъ о свойствахъ и законахъ движенія какъ твердыхъ, такъ и жидкихъ тѣлъ, должны мы теперь заняться средствами, употреблять сіи движенія въ нашу пользу. Сіи средства суть машины, то есть составленія, съ большею или меньшею простотою устроенныя, которыя переносятъ дѣйствіе силы на сопротивленіе и которыя прибавляютъ, или убавляютъ оную, перемѣняя разно скорости той или другаго. Словомъ, машины суть инструменты, простые или сложные, устроенные для произведенія движенія, такъ чтобы сберегаемы были или время въ произведеніи требуемаго дѣйствія, или сила въ причинѣ движущей.


Таб. 7.
Фиг. 54.
Фиг. 55.
Фиг. 56.
Фиг. 57.
Фиг. 58.
Фиг. 59.

465. Механика есть наука, руководствующая насъ къ познанію сихъ средствъ. Въ пространномъ значеніи, она имѣетъ предметомъ законы движенія тѣлъ и законы равновѣсія ихъ. Когда разсуждаетъ она о движеніи, тогда называется *Механикою собственно такъ именуемою*, или *Динамикою*, которою мы и занимались доселѣ. Когда же предлагаетъ она о законахъ равновѣсія, тогда называется *Механикою статическою*, которою теперь будемъ заниматься.

466. Машины раздѣляются на два рода: на машины простыя, и машины сложныя.

467. Простыхъ машинъ, которыя называются *силами движущими*, и къ которымъ всѣ прочія машины могутъ быть приведены, считается обыкновенно шесть: *рычагъ*, *блокъ*, *воротъ*, *наклоненная плоскость*, *клинъ*, *щурупъ* или *винтъ*. Можно сіи шесть машинъ привести къ двумъ, то есть, къ рычагу и наклоненной плоскости, ибо блокъ и воротъ можно принимать за собранія рычаговъ; а клинъ и щурупъ суть не иное что, какъ наклоненныя плоскости, какъ то мы послѣ увидимъ (548 и 555).

468. Сложныя машины суть, которыя въ самомъ дѣлѣ сложены изъ многихъ про-

стыхъ машинъ, вмѣстѣ соединенныхъ. И такъ они суть орудія составныя, больше или меньше сложнаго строенія, посредствомъ которыхъ можно разнымъ образомъ перемѣнять величину силы, перемѣняя разно скорости.

469. Четыре главныя вещи въ машинѣ разсмотрѣнію нашему подлежатъ: сила, сопротивленіе, подставка или центръ движенія, и скорость силы и сопротивленія.

470. Сила есть одна или многія движущія причины, совокупно стремящіяся преодолѣть препятствіе, или выдержать его усиліе: таковы суть усилія людей, лошадей, тяжестей, пружинъ и проч. Какъ сила не всегда можетъ имѣть постоянную мѣру, то надобно такъ дѣлать, чтобы она въ самое время своей слабости превосходнѣе была сопротивленія, даже когда сіе бываетъ въ самой великой своей силѣ; безъ чего машина остановится.

471. Сопротивленіе есть одно или многія препятствія противящіяся движенію машины. На примѣръ, кусокъ мрамора, поднимаемый посредствомъ ворота. Сопротивленіе, равно какъ сила (470), не всегда имѣть можетъ постоянную мѣру, какъ то бы-

бываетъ въ удерживаніи жидкихъ тѣлъ, натягиваніи пружинъ, раздробленіи тѣлъ и проч. Почему надлежитъ дѣлать такъ, чтобы сопротивленіе, въ минуту самаго крѣпкаго своего дѣйствія, было всегда ниже силы, когда сія въ самой великой слабости. Такъ, на примѣръ, въ насосѣ должно предполагать восходящую трубку наполненною совершенно, чтобы знать минуту величайшей крѣпости сопротивленія; и потому сдѣлать силу превосходнѣе тяжести сего водянаго столба.

472. Подставка, или центръ движенія есть та часть машины, около которой прочія движутся. Въ вѣсахъ, на примѣръ, та точка, на которой лежитъ ось коромысла, есть подставка. Надлежитъ сей точкѣ быть довольно крѣпкой, чтобы сдержать силу и сопротивленіе, или чтобы, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, пособлять одной изъ сихъ движущихъ причинъ выдержать усиліе другой.

473. Скорости измѣряются пространствами, которыя перебѣгаетъ въ одинакое время и сила и сопротивленіе (56), или которыя перейдены будутъ обѣими, когда одна изъ нихъ превозможетъ другое. Какъ въ машинѣ времена суть всегда равны для силы и сопротивленія, то относительныя

оныхъ скорости (61) опредѣляются сими перейденными, или которыя слѣдуетъ перейти, пространствами.

474. При вычисленіи того, что можетъ произвести машина, обыкновенно представляется она въ состояніи ея равновѣсія, то есть, въ томъ состояніи, въ которомъ сила, долженствующая одолѣть сопротивленіе, находится въ равновѣсіи съ симъ сопротивленіемъ. Но надобно примѣтить, что по вычисленіи случая равновѣсія, весьма несовершенная еще идея получится о томъ, что произведетъ машина. Ибо, какъ всякая машина дѣлается для того, чтобы двигать, то должно разсматривать ее въ состояніи движенія, а не въ состояніи равновѣсія. Для сего должно принять въ разсужденіе: 1е. массу (52) машины, или частей сея машины, которыя силѣ должно поднимать; которая масса прикладывается къ сопротивленію, кое слѣдуетъ преодолѣть, и для которой слѣдовательно должно увеличить силу; 2е. треніе, которымъ безмѣрно увеличивается сопротивленіе (96 *и слѣд*). Сіе-то наипаче треніе и законы сопротивленія твердыхъ тѣлъ, толь разныя для большихъ и для малыхъ тѣлъ, бы-

бываютъ часто причиною, что нельзя изъ произведеннаго дѣйствія машиною въ маломъ видѣ дѣлать заключеніе о будущемъ дѣйствіи подобной машины въ большемъ видѣ, потому что сопротивленія въ нихъ не бываютъ пропорціональны размѣрамъ машинъ.

О Рычагѣ.

475. Рычагъ есть самая простая изъ всѣхъ машинъ: онъ есть палка желѣзная, или деревянная, или изъ инаго вещества равносильнаго, посредствомъ которой сила, при пособіи подставки, можетъ преодолѣть или сдержать сопротивленіе. Такъ, на примѣръ, каменьщикъ В (*фиг.* 60), посредствомъ желѣзной палки ВА и подставки А поднимаетъ камень С.

476. Обыкновенно рычагъ представляемъ бываетъ линѣею прямою, негибкою и безъ всякаго вѣсу, которая опредѣляетъ разстоянія и положенія силы (470) сопротивленія (471) и подставки (472). Ежели сія линѣя есть кривая, то кривизна ея приводится всегда въ кратчайшее разстояніе между силою и сопротивленіемъ, или между тою и другою изъ сихъ силъ и подставкою. Ежели она имѣетъ тяжесть, какъ

сему непремѣнно и быть должно, то вѣсъ ея составляетъ съ одной стороны часть силы, а съ другой часть сопротивленія, въ содержаніи разстоянія сихъ силъ отъ подставки.

477. Рычаги раздѣляются на три рода: *Рычагомъ перваго рода* называется тотъ, въ которомъ центръ движенія или подставка С (*фиг.* 61) находится между силою А и сопротивленіемъ В. *Рычагъ втораго рода* есть тотъ, въ которомъ сопротивленіе В (*фиг.* 62) находится между силою А и подставкою С. Наконецъ *третьяго рода рычагомъ* называется тотъ, въ которомъ сила А (*фиг.* 63.) находится между сопротивленіемъ В и подставкою С. Въ каждомъ изъ сихъ родовъ различаются разные виды, по разнымъ содержаніямъ разстояній силы и сопротивленія отъ подставки. Такъ рычагъ (*фиг.* 64.), когда подставка въ *a*, сила въ *p*, а сопротивленіе въ *r*, будетъ равносторонній или равноплечій; когда подставка въ *b*, то плечо силы *p* къ плечу сопротивленія *r* будетъ въ содержаніи 2 къ 1: а когда подставка въ *c*, то плечо силы къ плечу сопротивленія будетъ въ содержаніи 3 къ 1; такъ и въ прочихъ. Равнымъ образомъ въ рычагѣ треть-

третьяго рода (*фиг.* 65). когда сила *p* устремлена на 1, то будетъ плечо силы *p* къ плечу сопротивленія R содержаться какъ 1 къ 3; ибо длина плеча въ рычагѣ всегда опредѣляется разстояніемъ отъ подставки C. Но когда сила P устремлена въ 2, то будетъ плечо силы P къ плечу сопротивленія R содержаться какъ 2 къ 3.

478. Разстояніе сихъ силъ отъ подставки опредѣляетъ скорости ихъ, и сіи скорости состоятъ въ томъ же содержаніи, въ какомъ разстоянія: ибо, когда подставка въ C (*фиг.* 66), одна сила въ B, а другая въ A, въ двойномъ разстояніи отъ подставки; то сія послѣдняя сила A будетъ имѣть и скорость двойную противъ скорости силы B; ибо ежели рычагъ будетъ двигаться, то пока B переходитъ дугу B*b*, A перебѣжитъ дугу A*a*. Сія послѣдняя дуга въ двое болѣе первой: ибо дуги всегда въ содержаніи полупоперешниковъ своихъ круговъ.

479. Какъ усиліе тѣла происходитъ изъ массы, умноженной на его скорость (64); то изъ сказаннаго нами (478) слѣдуетъ, 1е. что *тяжесть дѣйствуя чрезъ рычагъ, производитъ тѣмъ больше усилія, чѣмъ она отдаленнѣе отъ подставки*; ибо тогда имѣетъ она болѣе скорости.

480. 2е. Что *двѣ тяжести равныя, противуположенныя одна другой на рычагѣ, не бываютъ въ равновѣсіи, какъ только въ равныхъ разстояніяхъ отъ подставки.*

481. 3е. Что *двѣ тяжести неравныя производятъ равное усиліе, когда разстоянія ихъ отъ подставки во взаимномъ ихъ массъ содержаніи.* Прибытокъ, пріобрѣтаемый со стороны силы употребленной, всегда сопровождаемъ бываетъ потерею со стороны времени, и взаимно.

Во всемъ, что мы теперь сказали о рычагѣ, предполагали мы, что обѣ силы дѣйствуютъ въ направленіяхъ перпендикулярныхъ или равно наклоненныхъ къ плечу рычага.

482. Самое выгоднѣйшее положеніе силы дѣйствующей посредствомъ рычага, есть то, чтобы направленіе ея было перпендикулярно къ плечу рычага, которымъ она дѣйствуетъ. Такъ на примѣръ, въ рычагѣ (*фиг.* 67), когда сила B дѣйствуетъ въ направленіи B *b*, то производитъ самое большее дѣйствіе, какое можетъ произвести; а меншее было бы произведено, когда бы сила дѣйствовала по *b* D или *b* E. Но когда сила сдѣлается косвенною къ плечу, равно

какъ и другая, и притомъ такъ, что направленія обѣихъ будутъ параллельны, какъ *a p* и *b r* (*фиг.* 68); тогда они остаются въ томъ же между собою содержаніи. Но когда сіи направленія въ разныхъ степеняхъ косвенны, то въ удаляющемся наиболѣе отъ прямаго угла сила учиняется слабѣе: на примѣръ, когда сила Q (*фиг.* 69) сохраняетъ свое перпендикулярное направленіе, а другая сила учинится косвенною, дѣйствуя по *p c*, или *p d*, или *p e*, или *p f*; то будетъ она слабѣе, и тѣмъ слабѣе, чѣмъ болѣе отдалится отъ направленія перпендикулярнаго *p* P.

483. Ежели кто желаетъ узнать сію степень ослабленія, то надобно только сіи косвенныя направленія *a d* или *a f* (*фиг.* 70) продолжить линѣями неопредѣленными *a i* или *a k*, и предположить, что плечо рычага *c a* обращается около точки *c*, и концемъ своимъ *a* описываетъ часть круга *a g h i k*; на длинѣ сего плеча найдется точка *n* или *m*, на которую продолженное направленіе *a i* или *a k* упадетъ перпендикулярно: на сію точку сила устремляетъ все количество своего дѣйствія, а не на конецъ плеча *a* рычага. Разстояніе ея отъ подставки *n c* или *m c*, равное *b c* и *e c* есть

меншее: слѣдовательно, какъ бы сила сія, вмѣсто того, чтобы ей устремленной быть перпендикулярно на *a*, устремлена перпендикулярно на *b* или *e*. Но какъ полупоперешники *ce* и *cb* равны полупоперешникамъ *cm* и *cn*, которые суть синусы угловъ, составляемыхъ направленіями *ad* и *af* съ плечомъ рычага; то все сказанное нами можно изобразить въ слѣдующемъ предложеніи: *разныя дѣйствія силы, устремленной на конецъ плеча рычажнаго, по разнымъ направленіямъ, содержатся между собою какъ синусы тѣхъ угловъ, которые составляются изъ сихъ направленій и плеча рычага.* Сіе весьма изрядно изъясняетъ, для чего дѣйствіе силы есть величайшее, какое можетъ быть, когда направленіе ея перпендикулярно къ рычагу (482); ибо въ такомъ случаѣ она дѣлаетъ съ симъ плечомъ рычага уголъ прямой, котораго синусъ есть цѣлой полупоперешникъ, то есть цѣлое плечо рычага.

484. Разности въ томъ нѣтъ никакой, что направленіе силы удаляется отъ прямаго угла, внутрь или внѣ рычага. На примѣръ, пусть сила дѣйствуетъ по направленію *a* D (*фиг.* 71), дѣлая съ рычагомъ *ba* уголъ острой, или по направле-

нію *a* P, дѣлая съ тѣмъ же рычагомъ уголъ тупой; только бы въ обоихъ случаяхъ она была равно отдалена отъ угла прямаго, она будетъ равно ослаблена; ибо два угла, равно удаляющіеся отъ прямаго угла, одинъ въ недостаткѣ, другой въ излишествѣ, имѣютъ одинакой синусъ. Два угла, одинъ 45 градусовъ, а другой 135 градусовъ имѣютъ тотъ же синусъ.

485. Вообще, когда въ сложной машинѣ многіе рычаги вмѣстѣ дѣйствуютъ, и направленія силъ дѣлаютъ съ плечами своихъ рычаговъ углы равные или равно наклоненные; тогда *сила къ сопротивленію содержится, какъ произведеніе плечъ рычажныхъ сопротивленія къ произведенію плечъ рычажныхъ силы* въ обратномъ содержаніи скоростей.

486. Поелику, въ случаѣ равновѣсія, сила къ сопротивленію всегда содержится, какъ разстояніе сопротивленія отъ подставки къ разстоянію силы отъ той же подставки (481); то сила есть или больше, или меньше сопротивленія, или равна оному, по мѣрѣ, какъ разстояніе сопротивленія отъ подставки или больше, или меньше, или равно разстоянію силы. Изъ чего должно заключить: 1е. что въ рычагѣ перваго роду

ду сила быть можетъ или больше, или меньше, или равна сопротивленію: 2е. что въ рычагѣ втораго рода сила всегда меньше сопротивленія; 3е. что она всегда больше въ рычагѣ третьяго рода, и что по сему сей третій родъ рычага не только не помогаетъ силѣ въ разсужденіи ея цѣлаго дѣйствія; а напротивъ ей вредитъ. Однакожъ сей третій родъ рычага наиболѣе употребленъ натурою въ человѣческомъ тѣлѣ. (Смотри *Borelli, de Motu Animalium*). На примѣръ, когда мы поднимаемъ рукою тяжесть, то оная тяжесть должна быть почитаема за прицѣпленную къ плечу рычага, котораго подставка въ локтѣ, и котораго слѣдовательно длина равна рукѣ по локоть. Сія тяжесть въ такомъ положеніи держится дѣйствіемъ мускуловъ, котораго направленіе весьма косвенно къ сему плечу рычага, и котораго слѣдовательно разстояніе отъ подставки менѣе, нежели разстояніе тяжести (483). Почему усиліе мускуловъ должно быть гораздо болѣе тяжести. Для изъясненія сего строенія примѣтить должно, что сила, устремленная на рычагъ, чѣмъ ближе къ подставкѣ, тѣмъ меншій путь должна проходить, дабы заставить тяжелое тѣло перейти большій путь (578). Сіе пере-

перебѣгаемое силою пространство натура въ строеніи нашего тѣла наиболѣе должна была уменшить. Для сего учинила она направленіе мускуловъ весьма мало отстоящимъ отъ подставки, но должна была соразмѣрно учинить оныя и болѣе крѣпкими.

487. Сказанному нами выше (480) противное, кажется, показываетъ машина, изобрѣтенная Г. *Робервалемъ*, которую по сему и называютъ *Робервалевыми вѣсами*. Она дѣлаетъ, кажется, сомнительными предложенія механическія о рычагѣ. Вотъ въ чемъ состоитъ сіе сомнѣніе. Къ раздвоенному бруску AB (*фиг.* 72) придѣлываются другіе два бруска FC, ED, посредствомъ двухъ маленькихъ колковъ, около которыхъ сіи бруски движутся; къ концамъ сихъ послѣднихъ придѣлываются еще два бруска FE, CD, также подвижные, около точекъ C, D и проч. въ которыхъ они держатся; и такъ прямоугольникъ FCDE можетъ принять такую фигуру, или положеніе, какое угодно, на примѣръ, *fcde*. Посреди бруска FE, и бруска CD прикрѣпляются неподвижно другъ противъ друга и перпендикулярно бруски HGO, INP. Устроивъ такъ, на какомъ мѣстѣ сихъ послѣднихъ брусковъ ни прицѣпи ра-

вновѣсныя гири H, I, они будутъ въ равновѣсіи, даже когда бы гиря I была повѣшена въ P, гораздо ближе къ подставкамъ A и B, нежели гиря H. Чтожъ будетъ, говорятъ при семъ, общее сіе правило (480), что *два равно тяжелыя тѣла, противуположенныя на рычагѣ, въ равновѣсіи бываютъ, находяся въ равныхъ разстояніяхъ отъ подставки*?

488. Легко изъяснить сіе сомнѣніе, ежели обратить вниманіе на то, какимъ образомъ тяжести H, I, дѣйствуютъ одна на другую. Для лучшаго уразумѣнія, раздробимъ усилія тяжестей H, I, (*фиг.* 73) каждое на двое; одно для H по направленію H*f*, а другое по направленію H*e*; и одно для I, по направленію IC, а другое по направленію ID усиліе IC раздробляется еще на два усилія C*n* и CQ; также и усиліе ID раздробляется на два усилія D*n* и DO. Слѣдовательно брусокъ CD влечется по направленію CD, силою равною C*n*, сложенной съ *n*D, а усилія CQ и DO уничтожаютъ другъ друга. Также найдется, что брусокъ *fe* влечется по направленію *fe*, силою равняющеюся *fg*, сложенной съ *ge*. И такъ, поелику BC равняется B*f*, а CD равняется и параллельна *ef*, то оба

усилія, слѣдуя направленіямъ C D и *fe*, должны быть въ равновѣсіи.

489. Сіе-то называется *раздробленіемъ силъ*, которое весьма употребительно въ Статикѣ и въ Механикѣ. Въ семъ раздробленіи, направленія и величины силъ, на примѣръ, *Cn* и CQ, на которыя раздробляется данная сила C I, представлены двумя боками *Cn*, CQ пораллелограмма *Cn*-IQ, котораго діагональ C I представляетъ направленіе и величину данной силы.

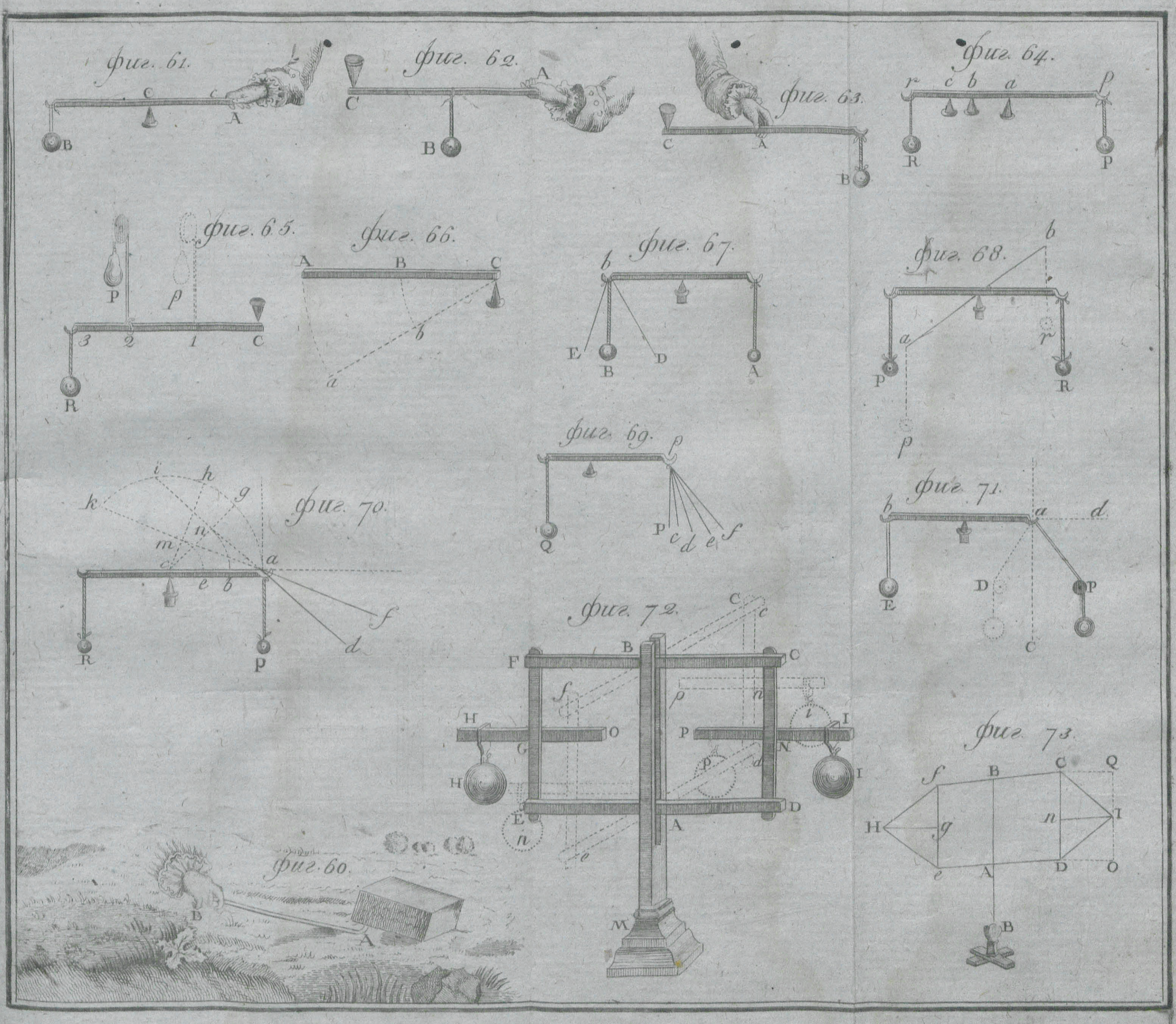
490. Подставка въ рычагѣ можетъ быть принимаема за третію силу, которая дѣлаетъ равновѣсіе силъ движущей и сопротивленію, или которая пособляетъ одной выдерживать усиліе другаго.

491. Въ рычагахъ перваго рода (477), подставка C (*фиг.* 74), находяся между силою D и сопротивленіемъ E, держитъ на себѣ дѣйствіе совершенное сихъ обѣихъ силъ, когда направленія A D и B E сихъ силъ параллельны между собою; и усиліе, дѣлаемое въ семъ случаѣ на точку C, устремлено по направленію C I параллельному къ направленіямъ силъ. Но когда направленія I Q (*фиг.* 75) силы и K N сопротивленія наклонены одно къ другому, тогда подставка L обременена бываетъ количествомъ, которое

менше всей суммы обѣихъ силъ, и которое тѣмъ менше, чѣмъ сіе наклоненіе больше; и усиліе, устремляемое на точку L, устремляется по направленію LM, стремящемуся къ M точкѣ, въ которой силы должны сойтися.

492. Тоже былобы, ежелибъ силы *f* и *g* (*фиг.* 76), были между собою въ равновѣсіи по неравности разстоянія отъ подставки H, то есть, въ случаѣ когда бы ихъ массы были въ обратномъ содержаніи разстояній *f* H и *g* H отъ подставки (481). Бремя на сей подставкѣ не будетъ никакъ болѣе дѣйствительной суммы двухъ силъ, или суммы противуположныхъ массъ: оно будетъ равно сей суммѣ, ежели направленія силъ параллельны между собою; но менше будетъ сей суммы, ежели сіи направленія *ec*, *ec* будутъ наклоненны другъ къ другу; и тогда усиліе на подставку H стремиться будетъ по линѣѣ H I, идущей къ точкѣ стеченія I сихъ направленій. Ежели, въ семъ случаѣ, подставка никогда не обременяется болѣе, какъ суммою вещественною противуположныхъ массъ, хотя меньшая масса и производитъ стольже великое усиліе, какъ и большая: то сіе происходитъ отъ того, что сія меньшая масса

про-


фиг. 61.
фиг. 62.
фиг. 63.
фиг. 64.
фиг. 65.
фиг. 66.
фиг. 67.
фиг. 68.
фиг. 69.
фиг. 70.
фиг. 71.
фиг. 72.
фиг. 73.
фиг. 60.

производитъ толь великое усиліе потому, что имѣетъ болѣе скорости: скорость же не имѣетъ вѣсу.

493. Въ рычагахъ втораго и третьяго роду (477), подставка выдерживаетъ только часть усилія одной изъ двухъ силъ; то есть, она пособляетъ силѣ въ рычагахъ втораго рода, или сопротивленію въ рычагахъ третьяго рода, чтобы выносить усиліе другаго: какъ, когда два человѣка несутъ бремя на палкѣ, лежащей на плечахъ ихъ. Оба они, изъ которыхъ одного можно принять за силу, другаго за подставку, несутъ только по части бремени. Тотъ, которой ближе къ бремени, несетъ большую часть онаго въ содержаніи сея близости.

О Блокѣ.

494. Блокъ, одна изъ шести машинъ почитаемыхъ простыми (*фиг.* 77.), есть тѣло круглое, плоское, подвижное на оси его C, и котораго на окружности *cg* (*фиг.* 78) выдолбленъ жолобъ, чтобы въ ономъ укладывалась веревка FBAR, или EOAR, или GHOAR (*фиг.* 77), у которой привязывается сила F или E, или G, а на другомъ сопротивленіе R. Жолобъ *cg* (*фиг.* 78)

 дѣ-

дѣлается не круглой, но угломъ, какъ то видно въ фигурѣ, чтобы веревка, какъ бы ущемленная нѣкоторымъ образомъ въ семъ углу, не скользила по жолобу.

495. Блоки обыкновенно дѣлаются изъ дерева, или металла, и подвижными вкругъ ихъ оси A a: гораздо лучше, а особливо въ деревянныхъ блокахъ, прикрѣплять къ нимъ оси наглухо, чтобъ они и съ осью вертѣлись въ скважинахъ обоймы ADa, держащей блокъ. Движенiе тогда происходить будетъ на меньшей поверхности, почему и тренiе будетъ меньше; и ежели скважины у обоймы отъ тренiя и увеличатся, то, поелику нижняя ихъ часть держитъ на себѣ все усилiе, онѣ продолговатѣе станутъ, блокъ нѣсколько опустится, но тѣмъ не менѣе будетъ онъ ходить кругло; чего не бываетъ, когда блокъ, вертяся около своей оси, расширяетъ ту скважину, въ которую вложена ось, и часто не во всѣ стороны равно.

496. Блокъ есть такая машина, посредствомъ которой можно поднимать бремена или удобнѣе, или выгоднѣе: удобнѣе, учиняя движенiе непрерывнымъ, и перемѣняя направленiе онаго, дабы дать все дѣйствiе

силѣ

силѣ движущей; на примѣръ, посредствомъ симъ лошадь, которая только горизонтально дѣйствуетъ, можетъ преодолѣть сопротивленіе вертикальное: выгоднѣе, поднимая великой грузъ малою силою. Посредствомъ блока, 1е. сила можетъ влечь, во всякомъ направленіи, не теряя ни мало своего превосходства, ибо веревка, которою она дѣйствуетъ, есть всегда тангенсъ къ окружности блока, и слѣдовательно всегда перпендикулярна къ полупоперешнику СН, или СВ, или СО (*фиг.* 77), которое направленіе есть самое выгодное (482). 2е. Какъ силы блоками дѣйствуютъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ разстояніе ихъ отъ оси болѣе, то, при употребленіи блока, имѣющаго многіе жолобы (*фиг.* 79) или многихъ блокъ разнаго размѣру, насаженныхъ на одну ось, та сила, которая дѣйствуетъ въ большемъ разстояніи отъ оси *c*, будетъ имѣть преимущество передъ другою. И такъ, ежели предположить въ I вѣсъ шести фунтовъ, то надобно и въ H быть шести фунтамъ для удержанія онаго, потому что полупоперешники *cd* и *c* 1 равны. Но въ K нужно только три фунта; потому что полупоперешникъ *c* 2 въ двое болѣе полупоперешника *cd*; а въ L надобно только 2 фунта,

 пото-

потому что полупоперешникъ c 3 въ трое больше полупоперешника $c\,d$.

Во всѣхъ сихъ случаяхъ блокъ заступаетъ мѣсто рычага перваго рода (477); ибо его можно представить собраніемъ рычаговъ, между собою неподвижныхъ, которыхъ подставка общая находится въ центрѣ. Всѣ сіи рычаги въ блокахъ одножелобныхъ имѣютъ плеча равныя (*фиг.* 79). Всѣ сіи блоки недвижные.

497. Мы теперь сказали, (496), что посредствомъ блока съ многими жолобами (*фиг.* 79), можно сдѣлать равными дѣйствія двухъ силъ неравныхъ между собою: можно также уставить въ равновѣсіи или въ непремѣнномъ содержаніи двѣ силы, которыхъ относительныя дѣйствія непрестанно перемѣняются. Къ сему можно употребить блокъ, у котораго, вмѣсто многихъ концентрическихъ жолобовъ, одинъ жолобъ, но улиткою завитый; слѣдовательно котораго діаметръ понемногу увеличивается по пропорціи возрастающаго напряженія одной изъ двухъ силъ. Возмемъ, на примѣръ, блокъ А (*фиг.* 80), котораго жолобъ сдѣланъ улиткою, и котораго разрѣзъ виденъ въ $g\,a\,b\,c$, а планъ въ $d\,e\,4$: въ центрѣ сего блока, пусть будетъ утверждена въ e, или

Е

E пружина подобная часовой. Ежели сія пружина такая, что сила какая нибудь, на примѣръ, гиря, дѣйствуя по DE, держитъ ее въ равновѣсіи; то ежели ее завить еще въ три или четыре круга, таже гиря будетъ ее держать также въ равновѣсіи, дѣйствуя въ gF, когда полупоперешникъ EF продолженъ въ пропорціи увеличенія дѣйствія въ пружинѣ. Что сказано о сей точкѣ F, то же можно сказать о всѣхъ прочихъ. Изъ чего слѣдуетъ, что сіи обѣ силы, пружина и гиря, сохранять будутъ между собою одинакое содержаніе, хотя напряженіе одной изъ двухъ непрестанно перемѣняется. Сіе средство употреблено въ часовомъ искуствѣ, что бы сдѣлать единообразнымъ дѣйствіе пружинъ въ часахъ карманныхъ и стѣнныхъ во все время ихъ развитія.

498. Ось C (*фиг.* 77) простато блока не можетъ никогда быть обременена силою больше такой, которая равняется суммѣ двухъ силъ F и R; а можетъ она обременена быть только меньшимъ количествомъ. Когда направленія BF и AR двухъ силъ суть параллельны, то есть, когда веревка обхватываетъ половину окружности блока, то ось обременена бываетъ силою равною суммѣ обѣихъ силъ. Но ежели направ-

вленія EO и RA сихъ двухъ силъ между собою косвенны, то ось обременена силою меншею, нежели сумма сихъ двухъ силъ; и въ семъ случаѣ *сила, которою ось обременена, къ суммѣ обѣихъ силъ содержится, какъ хорда AO дуги, обхваченной веревкою къ діаметру AB*. И тогда усиліе, производимое на ось C, находится въ направленіи, которое проходя чрезъ C, стремится въ направленій EO и RA обѣихъ силъ.

499. И во всѣхъ сихъ случаяхъ сила F должна быть равна сопротивленію R, дабы произойти равновѣсію. Изъ чего слѣдуетъ, что блокъ простой не пособляетъ силѣ и не вредитъ; онъ способенъ единственно, какъ выше сказано (496), къ тому, чтобы сохранять силу въ ея выгоднѣйшемъ направленіи, перемѣнять направленіе движенія, и учинять сіе движеніе непрерывнымъ.

500. Можно также блокъ почитать за рычагъ втораго рода (477): въ самомъ дѣлѣ онъ имѣетъ свойства онаго, когда сопротивленіе R (*фиг.* 81) прицѣплено къ обоймѣ *ci*, и когда одинъ конецъ веревки, которая проводится подъ блокомъ, укрѣпленъ къ неподвижной точкѣ *a*, а другой привлекается или держится силою *d*. Тогда блокъ

блокъ становится подвижнымъ и поднимается самъ съ грузомъ. И такъ представляется въ немъ рычагъ втораго рода *b e*, котораго подставка въ *b*, и которой направленiемъ *c* I сопротивленiя R раздѣленъ на двѣ равныя части *b c*, *c e*. Чего ради въ семъ случаѣ силѣ *d* не нужно быть больше половины сопротивленiя R, дабы оное содержать въ равновѣсiи. И когда грузъ поднимается, то сила *d* переходитъ путь въ двое больше пути сопротивленiя R, и слѣдовательно имѣетъ двойную скорость. Ибо положимъ, что центръ *c* блока приведенъ въ точку *h*; тогда подъ линѣею *d a* остается только часть веревки обхватывающей съ низу блокъ: двѣ же части *b a* и *e d*, или равномѣрныя симъ, перейдутъ поверхъ упомянутой линѣи; но *b a* и *e d*, означающiя пространство перейденное силою, взятыя вмѣстѣ, суть въ двое болѣе *c h* пространства, перейденнаго блокомъ. Слѣдовательно сила имѣетъ скорость въ двое больше скорости сопротивленiя. Въ теперешнемъ случаѣ веревка обхватываетъ половину окружности блока, и направленiя обѣихъ силъ параллельны. Плечо рычажное силы, есть дiаметръ *b e* блока; а плечо сопротивленiя есть токмо полупоперешникъ *c b*.

По

По чему, для полученія равновѣсія, *надлежитъ силѣ содержаться къ сопротивленію, какъ полупоперешникъ къ діаметру.*

501. Но ежели направленія силъ косвенны между собою; ежели, на примѣръ, одинъ конецъ веревки привязанъ къ неподвижной точкѣ *g*, а другой будетъ влекомъ или поддерживаемъ силою P, то еще будетъ представленъ рычагъ втораго рода *m l*, котораго подставка въ *m*, и которой направленіемъ *c* I сопротивленія раздѣлится на двѣ равныя части *m i*, *i l*. Тогда *сила P къ сопротивленію R будетъ содержаться, какъ полупоперешникъ с в къ хордѣ l m дуги обхваченной веревкою.*

502. Ежели вмѣсто того, чтобы тянуть съ низу въ верхъ, удобнѣйшимъ найдено будетъ тянуть съ верху въ низъ; то къ подвижному блоку *m*, (*фиг.* 82) прибавляется блокъ неподвижной *n*, которой нимало не перемѣнитъ величины силы (499). И ежели сила не довольно велика, чтобъ поднять грузъ, то прибавляется еще второй подвижной блокъ и другой неподвижной (*фиг.* 83) или и большее число блоковъ; сила чрезъ сіе гораздо увеличится. Сіи собранія блоковъ, изъ которыхъ иные непод-

вижх-

вижные, другіе подвижные, всѣ обхваченные одною веревкою, называются *сложными блоками*, *полиспастомъ*. Неподвижные блоки 2 и 4 утверждены въ одной обоймѣ, а подвижные 1 и 3 въ другой обоймѣ. Нижняя часть M обоймы, держащей неподвижные блоки, служитъ точкою неподвижною для одного конца веревки; а къ нижней части R обоймы держащей подвижные блоки, прицѣпляется грузъ поднимаемый.

503. Посредствомъ сихъ составленныхъ блоковъ можно поднимать весьма великія тяжести малою силою: ибо доказано, что *сила, нужная для держанія груза*, посредствомъ полиспаста, *къ самому грузу содержится, какъ единица къ двойному числу подвижныхъ блокъ*, когда направленія веревокъ между собою точно параллельны; силы тогда, какъ выше мы сказали (500), въ обратномъ содержаніи скоростей.

504. Изъ чего слѣдуетъ, что когда число подвижныхъ блоковъ и сила даны, то легко найти тяжесть, которую полиспастъ можетъ сдержать, умноживъ силу на взятое дважды число подвижныхъ блоковъ. На примѣръ положимъ, что сила равняется 60 фунтамъ, а число подвижныхъ блоковъ три: 60, умноженные на 6, число двойное 3хъ,

бу-

будетъ равняться 360, которые суть тяжесть, которую сдержать можетъ сей полиспастъ.

505. Равнымъ образомъ, когда число блоковъ подвижныхъ, и грузъ, которой должно держать полиспасту, даны: то найдется требуемая сила, когда разделить грузъ на число дважды взятое блоковъ подвижныхъ. Положимъ, что весъ груза въ 800 фунтовъ, а число подвижныхъ блоковъ 4: то 800, разделенные на 8, число двойное 4хъ, дадутъ частное 100 фунтовъ, которыя суть сила нужная для держанія съ такимъ полиспастомъ груза въ 800 фунтовъ.

506 Чтобы найти число блоковъ подвижныхъ, потребныхъ для полиспаста, чтобы держать данный весъ данною силою, надлежитъ разделить весъ на силу: половина частнаго числа будетъ искомое количество. Положимъ на примеръ, что весъ въ 500 фунтовъ, а сила 50, то надобно быть въ полиспастѣ 5 подвижнымъ блокамъ: ибо 500, разделенные на 50, дадутъ частное 10, коего половина 5.

507. Во всехъ сихъ случаяхъ предполагали мы (503), что направленія веревокъ параллельны между собою. Естьли же они косвенны, тогда *сопротивленіе или бремя*

Фиг. 74

Фиг. 75

Фиг. 77

Фиг. 76

Фиг. 80

Фиг. 81

Фиг. 78

Фиг. 79

мя къ силѣ будетъ содержаться, какъ сумма синусовъ угловъ, которые происходятъ изъ веревокъ, касательныхъ къ блокамъ подвижнымъ, и горизонта, къ синусу цѣлому. Слѣдовательно въ семъ случаѣ силѣ должно быть больше, нежели какая выше показана. Чего ради должно такъ дѣлать, чтобы направленія веревокъ были точно параллельны между собою.

508. Для избѣжанія тренія между веревками, отъ чего произошло бы великое сопротивленіе и веревки бы перетерлись, должно по необходимости употреблять, въ томъ же полиспастѣ, блоки діаметровъ такихъ, которые другъ друга менѣе; что не удобно, по причинѣ жескости веревокъ (576). И такъ гораздо лучше вдѣлывать блоки параллельно въ одну обойму, какъ верхніе, такъ и нижніе, и нанизывать ихъ на одинъ поперешникъ, какъ то видно въ *фиг.* 84. Тутъ всѣ блоки равныхъ діаметровъ. Сего рода блоки весьма употребительны, а особливо на корабляхъ; хотя веревки и не точно параллельны, но сей недостатокъ не великъ.

509. Въ предыдущихъ вычисленіяхъ (503 *и слѣд.*) мы не принимали въ счетъ сопротивленія отъ треній и отъ негибкости

и

и вѣсу веревокъ происходящаго (572 *и слѣд.*), для которыхъ должно увеличивать силу и дѣлать ее болѣе, нежели какъ мы предполагали. Можетъ случиться, что, отъ умноженія числа блоковъ, сіи сопротивленія такъ увеличатся, что превзойдутъ самое увеличеніе силы, происходящее отъ умноженія числа блоковъ.

О Колесахъ.

510. Колеса, какъ и блоки, могутъ быть принимаемы за собраніе рычаговъ. Два ихъ есть рода: однѣ всегда вертятся на оси, которая недвижно утверждена въ ихъ центрѣ, и коея концы вертятся въ гнѣздахъ, служащихъ имъ подставкою: такія колеса въ часахъ, мѣльницахъ, вертелахъ и проч. Сего рода колеса получаютъ или сообщаютъ движеніе чрезъ нѣкоторыя части выставившіяся, которыя нарочно оставлены, или придѣланы у ихъ окружности, и которыя называются *зубцами*, *кулаками* и проч. Колеса другаго рода, катяся окружностію своею, несутъ съ собою центръ и ось сквозь оный проходящую, въ направленіи параллельномъ къ плоскости или мѣсту, которое они переходятъ: такія колеса у каретъ, телегъ и проч.

и проч. И такъ сего рода колеса имѣютъ два движенія; одно центра ихъ, по прямой линѣи идущаго, а другое всѣхъ ихъ частей, обращающихся около сего центра.

511. Что касается до колесъ перваго рода, то обыкновенно на одномъ валѣ или оси дѣлается большое колесо и маленькое, называемое иногда шестернею, коего зубцы или крылья зацѣпляютъ за зубцы другаго большаго колеса. Въ большихъ машинахъ на мѣсто шестерни часто ставятся барабаны, которые суть не иное что какъ цилиндры или цѣвки параллельныя между собою и вставленныя концами въ края двухъ круговъ. Тогда зубцы колеса зацѣпляемы бываютъ цѣвками шестерни также, какъ бы зубцами меншаго колеса. Механизмъ почти одинакой въ обоихъ случаяхъ: и такъ довольно изслѣдовать зацѣпленіе колесъ и шестерней.

512. Колеса перваго роду (510), которыхъ оси вертятся на одномъ мѣстѣ, должно принимать за рычаги перваго рода (477), которыхъ плеча суть полупоперешники колесъ и шестерней и которыя имѣютъ подставку въ оси. Пусть будутъ три колеса А, В, С, (*фиг.* 85.) и отвѣтствующія имъ шестерни *a*, *b*, *c*. Шестерня, или что все равно, цилиндръ *a*

Ы дер-

держитъ на себѣ тяжесть P; колесо A, которое на одномъ валѣ съ цилиндромъ *a*, зубцами входитъ въ шестерню *b*; колесо B, которое на одномъ валѣ съ шестернею *b*, входитъ зубцами въ шестерню *c*; колесо C, которое на одномъ валѣ съ шестернею *c*, влечется по окружности своей силою Q: и весь составъ колесъ находится въ равновѣсіи. Здѣсь видно, что грузъ P дѣйствуетъ чрезъ полупоперешники шестерней; сила Q дѣйствуетъ чрезъ полупоперешники колесъ. Положимъ, что полупоперешники колесъ въ четверо болѣе полупоперешниковъ шестерней; что первые, на примѣръ, въ 8 дюймовъ, а другіе въ 2 дюйма. Какъ, для равновѣсія, должно *силѣ содержаться къ сопротивленію, какъ произведеніе плечъ рычажныхъ сопротивленія къ произведенію плечъ рычажныхъ силы* (485), то есть, въ содержаніи обратномъ длины плечъ рычажныхъ; то сіи произведенія сыщутся, когда помножить одни другими и полупоперешники колесъ и полупоперешники шестерней. Первое произведеніе будетъ 512, а второе 8; въ которомъ случаѣ сила Q должна содержаться къ тяжести P, какъ 8 къ 512, или какъ 1 къ 64.

513. Изъ чего слѣдуетъ, что, въ случаѣ равновѣсія, какiе бы ни были дiаметры колесъ и шестерней, *сила къ сопротивленiю содержится, какъ произведенiе полупоперешниковъ шестерней къ произведенiю полупоперешниковъ колесъ.* Изъ сего видно, что сего рода машины могутъ дать силѣ великое превосходство предъ сопротивленiемъ, относительно къ самой силѣ; но сiе превосходство прiобрѣтается съ убыткомъ скорости, когда машина изъ покоя переходитъ въ движенiе: ибо всегда теряется то въ скорости, что прiобрѣтаемо бываетъ въ силѣ, и обратно.

514. Часто бываетъ нужда въ томъ, а паче въ часовомъ искуствѣ, чтобы числа оборотовъ колесъ и шестерней были между собою въ извѣстномъ содержанiи. Сiе получить можно, давъ колесамъ и шестернямъ надлежащее число зубцовъ и крыльевъ: на примѣръ, ежели требуется, чтобы колесо однажды только повернулось, какъ шестерня четырежды повернется, то надобно на колесѣ сдѣлать въ четыре раза болѣе зубцовъ, нежели сколько оныхъ у шестерни. Такъ, когда положимъ четыре колеса A, B, C, D (*фиг.* 86), изъ которыхъ первое A зубцами входитъ въ шестерню

стерню *b*, придѣланную ко второму колесу B; сіе же входитъ въ шестерню *c*, придѣланную къ третьему колесу C; сіе же третіе входитъ въ шестерню *d*, придѣланную къ четвертому колесу D; наконецъ сіе четвертое входитъ зубцами въ послѣднюю шестерню *e*: то, чтобы имѣть содержаніе числа оборотовъ перваго колеса A къ числу оборотовъ послѣдней шестерни *e*, надлежитъ умножить число зубцовъ колеса A на число зубцовъ колеса B; сіе первое произведеніе на число зубцовъ колеса C, а второе произведеніе на число зубцовъ колеса D: потомъ надлежитъ умножить число крыльевъ шестерни *b* на число крыльевъ шестерни *c*; сіе первое произведеніе на число крыльевъ шестерни *d*, а второе произведеніе на число крыльевъ послѣдней шестерни *e*: послѣднія произведенія зубцовъ колесъ и крыльевъ шестерней покажутъ искомое содержаніе.

515. И такъ можно поставить общимъ правиломъ, что *число оборотовъ перваго колеса* A *къ числу оборотовъ послѣдней шестерни содержится, какъ произведеніе крыльевъ шестерней къ произведенію зубцовъ колесъ.* Изъ сего видно, что нѣтъ необходимости опредѣлять числа цѣвокъ

вокъ или крыльевъ и зубцовъ, которыя каждая шестерня и каждое колесо имѣть должны: довольно, когда содержаніе произведенія всѣхъ цѣвокъ или крыльевъ къ произведенію всѣхъ зубцовъ будетъ одинакое съ требуемымъ.

516. Посредствомъ колесъ сего рода можно простирать далеко дѣйствіе силы, перемѣнять направленіе движенія, и разныя давать скорости той или другой силѣ.

1е. Ежели, вмѣсто того, чтобы придѣлать шестерню D (*фиг.* 87.) непосредственно къ колесу H, утверждена будетъ оная къ другому концу оси, продолженной сколько требуется; то такимъ образомъ дѣйствіе силы, которая будетъ дѣйствовать рукояткою G, можетъ простираться на требуемое разстояніе.

2е. Ежели сія шестерня D ходитъ съ другимъ колесомъ E, котораго зубцы параллельны съ его осью, то сообщаемаго ему движенія направленіе перемѣнится и изъ вертикальнаго сдѣлается горизонтальнымъ.

517. 3е. Наконецъ, ежели у колеса E въ четверо больше зубцовъ, нежели сколько крыльевъ у шестерни D; то, поелику шестерня сія не можетъ двигаться безъ ко-

леса вертикальнаго Н, то надобно и тому и другому четырежды обернуться, чтобы горизонтальное колесо E обернулось однажды; и взаимно, ежели сіе обернуть разъ, то шестерня D и вертикальное колесо H обернутся четыре раза. И такъ, ежели предположить у каждаго изъ большихъ колесъ H и E по рукояткѣ G или F, движимой человѣкомъ, которой оборачиваетъ ее разъ въ секунду; то скорость будетъ въ четверо больше, когда онъ будетъ дѣйствовать рукояткою F, нежели когда бы онъ дѣйствовалъ рукояткою G. Правда, что тогда бы должно было ему употребить силы въ четверо больше, ибо всегда столько теряется силы, сколько прибываетъ скорости: и взаимно, столько теряется скорости, сколько прибываетъ силы. Свобода избирать выгодна.

518. Что касается до колесъ втораго рода (510), имѣющихъ двоякое движеніе, какія бываютъ у повозокъ, которыхъ центръ движется въ прямой линѣѣ, между тѣмъ какъ прочія части обращаются около него; то часто должно принимать оныя за рычагъ втораго рода, повторяемый столько разъ, сколько есть точекъ на окружности; ибо каждая изъ сихъ точекъ есть конецъ

полу-

полупоперешника СМ (*фиг.* 88.), который однимъ концемъ опирается на землю М; а другой его конецъ С, обремененный осью, держащею повозку, влечется силою Р, которая везетъ. По чему естьли бы плоскость была совершенно гладка и горизонтальна, естьли бы окружность колесъ была совершенно кругла и безъ всякихъ неравностей, естьли бы не было никакого тренія между осью и ступицею, и естьли бы направленіе силы было всегда параллельно къ плоскости; то малая сила могла бы вести повозку весьма тяжелую: ибо сопротивленіе груза ея совершенно лежитъ на землѣ посредствомъ полупоперешника СМ, или подобнаго ему мгновенно за нимъ слѣдующаго.

519. Но изъ всѣхъ потребностей, теперь нами предположенныхъ, и которыхъ стеченіе было бы не обходимо нужно къ произведенію сего дѣйствія, едва ли какая встрѣчается при обыкновенномъ употребленіи. Колеса у повозокъ грубо скруглены и обсажены большими гвоздями: дороги естественно неровны, или дѣлаются такими отъ тягости повозки, дѣлающей на нихъ впадины: сіи неравности колесъ, или земли дѣлаютъ, что колесо опирается полупоперешникомъ CQ или CN, косвеннымъ къ

 напра-

направленію С Р силы, или къ направленію С М сопротивленія. И такъ тяжесть, лежащая на С, противится силѣ, которая не можетъ оной двинуть иначе, какъ поднимая ее въ верьхъ на столько, сколько точка Q или N выше точки М. И такъ сила бываетъ принуждена поддерживать часть тяжести повозки, какъ бы оная стояла на наклоненной плоскости. Сверхъ сего, хотя бы окружности катились по поверхностямъ совершенно гладкимъ, прямымъ и твердымъ, необходимо бываетъ между ступицею и осью великое треніе.

520. Впадины и возвышенія, бывающія на дорогахъ, перемѣняютъ также направленіе силы. Лошадь, стоящая выше или ниже повозки, по положенію мѣста, вмѣсто того, чтобы дѣлать свое усиліе по линѣи СР, параллельной къ той части плоскости, которая держитъ колеса, часто дѣлаетъ оное по направленію С S, или С R, то есть, косвенно къ направленію С М сопротивленія, и слѣдовательно не выгодно; ибо къ повозкѣ, которая довольно легко движима бываетъ силою одной лошади по горизонтальной плоскости, часто нужно бываетъ припрягать многихъ лошадей, чтобы везти ее по мѣсту хотя не много возвышающемуся.

521.

521. Вообще сказать можно, что для везенія груза по неровному мѣсту, каковы почти всѣ, гораздо выгоднѣе, какъ то доказали Гг. *Стевенъ*, *Валлисъ* и *Депарсіе*, тянуть оный нѣсколько въ верхъ, на примѣръ, по линѣи CR; по чему и надобно оси колесъ быть нѣсколько пониже груди лошадей; отъ чего направленіе силы становится болѣе параллельнымъ къ каждой изъ малыхъ наклоненныхъ плоскостей, изъ которыхъ составлены неравности земли.

522. Но ежели не возможно преодолѣть совершенно всѣхъ сихъ затрудненій, то можно отъ части предупредить, употребляя предпочтительнѣе большія, нежели малыя колеса. Ибо не оспоримо то, что малыя колеса болѣе вдавливаются въ землю, нежели большія, какъ то можно видѣть въ *фигурѣ* 89, въ которой полупоперешникъ *cq* меншаго колеса, который упирается въ землю, когда выходить ему должно изъ рытвины, гораздо косвеннѣе къ направленію *cp* силы, нежели полупоперешникъ C*q* большаго колеса къ направленію CP. Сверхъ того, какъ окружность большаго колеса катяся охватываетъ большую мѣру дороги, нежели окружность меншаго, то оно и вертится не такъ скоро, или меншее число оборо-

товъ дѣлаетъ, перекатываяся чрезъ данное пространство; а отъ сего часть тренія убываетъ.

О Воротѣ, Шпилѣ.

523. Воротъ, одна изъ шести машинъ, почитаемыхъ простыми, есть цилиндръ или валъ оборачивающійся на своей оси, поддерживаемой двумя неподвижными точками, посредствомъ котораго малою силою поднимается великое бремя, привязанное къ веревкѣ, которая обвивается около цилиндра; и сіе производится посредствомъ нѣкотораго роду барабана или колеса, придѣланнаго на одномъ концѣ цилиндра, и имѣющаго часто на окружности своей нѣкоторыя рукоятки или рычаги.

524. При обыкновенномъ употребленіи, вмѣсто колеса, пронимаются на одномъ концѣ вала AB (*фиг.* 90) рычаги накрестъ EF, GH, посредствомъ которыхъ вертятъ валъ на его оси CD, а веревка между тѣмъ, держащая грузъ *a*, обвивается около вала AB. Легко усмотрѣть, что производимое воротомъ симъ сходно съ тѣмъ, что производится рычагомъ перваго рода. Ибо положимъ, что *hg* (*фиг.* 91.) предста-

ставляетъ полупоперешникъ вала, и что hP представляетъ плечо рычага, которымъ дѣйствуетъ сила P: ежели длина hP къ длинѣ hg, содержится какъ 3 къ 1, то сила во 100 фунтовъ въ P, дѣйствуя въ направленіи перпендикулярномъ къ Ph, будетъ держать въ равновѣсіи грузъ G въ въ 300 фунтовъ (481).

525. Изъ сего слѣдуетъ, что для сдѣланія равновѣсія посредствомъ ворота, надобно, чтобъ *сила P содержалась къ грузу G, какъ полупоперешникъ hg вала къ рычагу hP*; или, что все равно, *какъ полупоперешникъ вала къ полупоперешнику колеса*. И такъ, ежели, при равновѣсіи, сила меньше тяжести, и въ содержаніи полупоперешника вала къ полупоперешнику колеса, то также, при движеніи, сила идетъ скорѣе, нежели грузъ и въ содержаніи полупоперешника колеса къ полупоперешнику вала. Сіе правило предполагаетъ, что сила всегда перпендикулярна къ полупоперешнику, которымъ она дѣйствуетъ: ибо направленіе груза всегда есть перпендикулярно къ полупоперешнику вала, потому что держащая оный веревка есть всегда касательная линѣя къ окружности вала.

526.

526. При подниманіи большихъ грузовъ, какъ плечамъ рычажнымъ силы должно быть весьма длиннымъ и какъ не можно, ради длины ихъ, доставать конецъ другаго рычага, держа одного конецъ въ рукахъ, а сверхъ того не можно умножать ихъ число не ослабивъ много твердости вала: то за выгодное найдено соединять концы ихъ въ одну окружность, къ которой придѣлываются колки, чрезъ которые люди дѣйствуютъ, какъ сіе видно въ колесахъ, въ каменоломняхъ употребляемыхъ (*фиг.* 92) и въ воронахъ (*фиг.* 93).

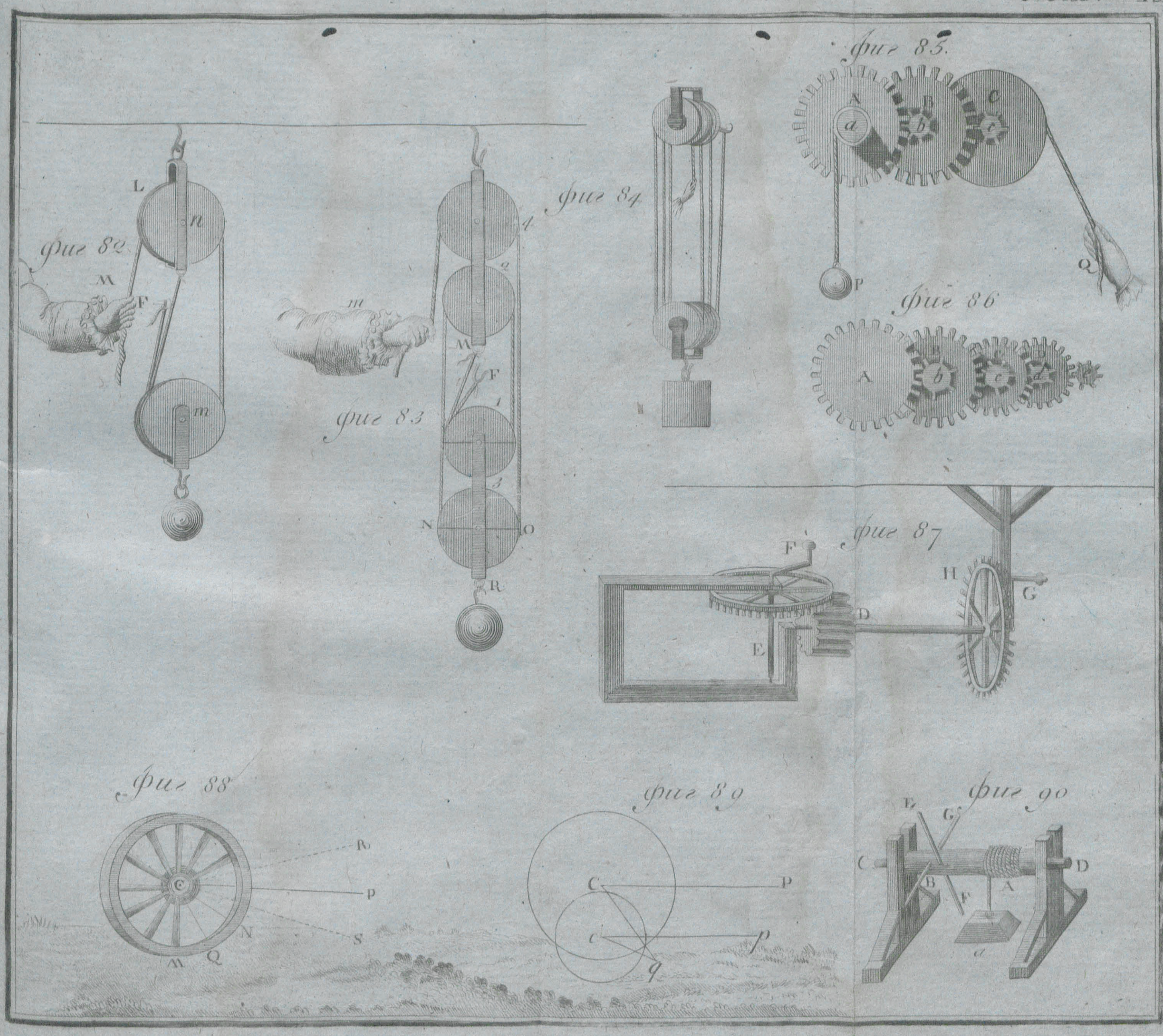
527. Изъ сказаннаго нами легко усмотрѣть, что въ колесѣ, въ каменоломняхъ употребляемомъ и въ воронѣ главная часть есть воротъ. Также видно, что въ козлѣ (*фиг.* 94) цилиндръ E D есть воротъ съ рычагами G и F.

528. Въ колесѣ на каменоломняхъ и въ воронѣ обыкновенно люди своею тяжестію дѣйствуютъ. Но какъ не могутъ они стоять у конца полупоперешника горизонтальнаго, что было бы весьма выгодно, поелику направленіе тяжести ихъ, которое есть вертикальное, было бы къ полупоперешнику перпендикулярное, и какъ тяжесть тѣла держитъ ихъ гораздо ниже:

узовъ,
быть
ради
ычага,
верхъ
осла-
ыгод-
одну
ются
отъ,
олом-
о во-

мот-
няхъ
асть
озлъ
ъ сь

и въ
стію
они
зон-
по-
орое
опе-
тя-
ни-
же:



же: то для полученія равновѣсія надлежитъ *тяжести ихъ содержаться къ грузу, ими держимому, какъ полупоперешникъ вала къ синусу угла, находящагося между направленіемъ вертикальнымъ и полупоперешникомъ колеса, на концѣ котораго полупоперешника они дѣйствуютъ:* въ такомъ же содержаніи, въ какомъ есть сила дѣйствующая косвенно концемъ плеча рычажнаго (483).

О Воротѣ, у коего валъ вертикальной.

529. Сей воротъ разнствуетъ отъ перваго только положеніемъ своего вала, которое есть вертикальное, а въ первомъ горизонтальное. Какимъ образомъ сила дѣйствуетъ на сопротивленіе въ первомъ (525), такимъ же образомъ и во второмъ. Но сей выгоднѣе перваго, 1е. потому что сила всегда можетъ дѣйствовать перпендикулярно къ своему рычажному плечу; 2е. потому что въ немъ можно употребить большее число людей вдругъ.

530. И такъ сей воротъ есть такая машина, посредствомъ которой можно преодолѣвать весьма великія сопротивленія, си-

силами гораздо меньшими. По чему и употребляется онъ на корабляхъ для поднятія якорей и другихъ бременъ, къ которымъ привязанные канаты навиваются на валъ. Употребляется также онъ въ пристаняхъ, чтобы подводить суда къ берегу, когда въ томъ нужда, и чтобы перетаскивать съ судна на берегъ массы чрезвычайно тяжелыя, какъ: куски мрамора, или другаго камня.

531. Обыкновенный способъ употребленія сего ворота состоитъ въ томъ, что на валъ A B (*фиг.* 95) навивается въ два или три ряда веревка CD, держащая сопротивленіе отъ стороны D, когда между тѣмъ люди всѣми своими силами держатъ часть веревки O, чтобы не допустить ее скользить: ибо тогда треніе части веревки, обвитой около вала, столь велико, что грузъ сопротивленія хотя гораздо превосходитъ силу людей, которые держатъ веревку, не можетъ одолѣть тренія, ниже принудить скользить веревку по цилиндру. Потомъ когда приставить людей къ рычагамъ E F C H, чтобы оными вертѣли валъ, то притягивается сопротивленіе; а въ сіе время тѣ, которые тянутъ часть веревки C, сматываютъ оную съ вала, такъ

что

что никогда на валѣ не остается рядовъ веревки болѣе, нежели сколько сначала навито; ибо нельзя наматывать съ одной стороны, чтобы съ другой не сматывалось.

532. Не трудно усмотрѣть, что сей воротъ дѣйствуетъ, какъ рычагъ безконечной перваго или втораго рода, неравноплечій (477), и что плечо сопротивленія гораздо короче плеча силы. Ибо плечо рычага, чрезъ которое дѣйствуетъ сопротивленіе, есть полупоперешникъ вала, а плечо рычага, чрезъ которое дѣйствуетъ сила, есть тотъ же самый полупоперешникъ продолженный рычагами, крестообразно расположенными E, F, G, H. Чѣмъ длиннѣе сіи рычаги, тѣмъ сила становится способнѣе преодолѣвать великое сопротивленіе; но ему потребно болѣе времени, ибо большій путь переходить ему слѣдуетъ. Положимъ, что *gk* (*фиг.* 91) есть діаметръ вала, котораго центръ въ *h*: *hg*, полупоперешникъ его, есть плечо рычага, которымъ дѣйствуетъ сопротивленіе G: *h*P или *hp*, полупоперешникъ продолженный, есть то плечо рычажное, которымъ дѣйствуетъ сила P или *p*. И такъ ежели *hg* къ *h*P содержится какъ 1 къ 10, то смла во 100 фунтовъ въ P можетъ дер-

держать въ равновѣсіи сопротивленіе въ 1000 фунтовъ въ G.

533. На корабляхъ бываютъ обыкновенно сіи вороты двухъ родовъ; одинъ большой, называемой *двойнымъ*, и малой обыкновенной воротъ. Воротъ двойной ставится на первой палубѣ, и возвышается на четыре или пять футовъ выше второй палубы. Онъ употребляется къ большимъ усиліямъ, какъ то: къ поднятію якоря и проч. Меньшой воротъ ставится на второй или третьей палубѣ, между большою мачтою и мачтою меньшою, и служитъ для подниманія большихъ парусовъ.

534. Когда канатъ, къ которому привязано сопротивленіе, такъ толстъ, что трудно навить оный на валъ ворота, какой, на примѣръ, употребляется для подниманія якорей на большихъ корабляхъ, то употребляются веревки посредственной величины, которыя намотываются на валъ ворота въ два или три ряда и которыхъ оба конца потомъ связываютъ такъ, чтобы одна сторона обвиваться не могла безъ того, чтобы другая не развивалась. Къ нимъ привязывается, посредствомъ малыхъ веревокъ, толстой канатъ, которымъ тащатъ якорь.

535.

535. Вѣ употребленіи сего ворота есть многія неудобства, которыя еще не могли быть исправлены, хотя многія прилагаемы были о семъ старанія всѣхъ знающихъ людей, симъ занимавшихся. Ежели употреблять выше упомянутыя веревки, то тѣ, которыми канатъ привязанъ, скоро надобно бываетъ перевязывать, чтобы далѣе ихъ занести; чѣмъ теряется много времени, которое часто бываетъ драгоцѣнно. Но величайшее неудобство есть то, что веревки, обвивающіяся около вала и свивающіяся съ онаго, въ каждый обходъ около онаго спускаются въ низъ на цѣлой свой діаметръ и чрезъ то наконецъ доходятъ до конца вала. Для избѣжанія, чтобы веревка не ложилася рядъ на рядъ и не перепутывалась, надобно ее приподнимать; что тѣмъ чаще случается, чѣмъ веревки толще, а валъ короче. Но въ каждой разъ какъ она перекладывается, надобно останавливать машину, и употреблять на сіе много времени и трудовъ.

О Домкратѣ.

536. Домкратъ есть такая машина, посредствомъ которой можно малою силою

преодолѣвать великое сопротивленіе. Домкратъ простой состоитъ изъ полоски желѣзной AB (*фиг.* 96), имѣющей съ одной стороны зубцы, и подвижной въ жолобѣ CE. Зубцы желѣзной полосы AB зацѣпляются за зубцы колесца DD, которое оборачивается на своей оси посредствомъ рукоятки MN. Зубцы колесца движутъ въ верхъ полосу, и слѣдовательно поднимаютъ бремя на ея верху A лежащее.

537. Когда принять каждымъ зубцомъ колесца производимое въ D, для поднятія полосы, усиліе за бремя, которое требуется поднять, то видно будетъ (512), что сила рукояткою дѣйствующая, *къ сему бремени содержится, какъ полупоперешникъ колесца къ плечу* N M *рукоятки*. Изъ чего явствуетъ, что сдѣлавъ полупоперешникъ колесца весьма малой, относительно къ полупоперешнику рукоятки, можно съ посредственною силою поднять бремя весьма великое.

538. Иногда, для поднятія большей тяжести, тою же силою, употребленною къ рукояткѣ, придѣлывается къ домкрату щурупъ безконечной (559), которой оборачиваемъ бываетъ рукояткою придѣланною къ его оси, и котораго ободки зацѣпляются

за

за зубцы колесца. Положимъ, что въ простомъ домкратѣ у колесца 8 зубцовъ: при каждомъ вкругъ оборотѣ рукоятки полоса желѣзная поднимется на 8 зубцовъ. Но ежели прибавить щурупъ безконечной, обвитой двумя ободками, то, чтобы оборотилося вкругъ колесцо однажды и полоса поднялась на 8 зубцовъ, надобно вернуть четырежды рукояткою. Чрезъ сіе въ четверо увеличится путь переходимый силою; а слѣдовательно и сила въ четверо увеличится. Но видно изъ сего, что для поднятія груза до той же степени, надлежитъ во второмъ случаѣ употребить времени въ четверо больше. Сей безконечный щурупъ имѣетъ другое то преимущество, что можно остановиться когда угодно, не опасаяся, чтобы тяжесть опять опустилась.

О наклоненной Плоскости.

539. Наклоненная плоскость, одна изъ шести машинъ почитаемыхъ простыми, есть та, которая дѣлаетъ уголъ съ плоскостію горизонтальною. Сей уголъ можетъ быть безконечно малъ, и тогда плоскость сливается съ линѣею горизонтальною: или сей уголъ можетъ быть прямой, и тогда

плоскость бываетъ вертикальною. Между сими двумя крайностями заключаются всѣ прочіе виды наклоненія.

540. Мы доказали выше (234), что время продолжающагося паденія тѣла по наклоненной плоскости, ко времени паденія сего же тѣла по вертикальной линѣи сея плоскости, содержится какъ долгота плоскости къ ея высотѣ. Слѣдовательно тѣло лежащее на наклоненной плоскости, частію поддерживается сею плоскостію: слѣдовательно сила дѣйствующая, посредствомъ наклоненной плоскости, можетъ держать, или преодолѣть сопр тивленіе большее, нежели она сама. И сія сила дѣйствуетъ съ наибольшею выгодою, когда направленіе ея параллельно къ плоскости.

541. Положимъ, что AC (*фиг.* 97) наклоненная плоскость: для удержанія тѣла D на сей плоскости, и чтобъ не допустить его упасть, не нужно, чтобы гири *d*, *d*, удерживающія оное посредствомъ веревокъ D*e* *d*, вмѣстѣ взятыя, равнялись вѣсу тѣла D, ежели сіи гири *d*, *d*, тянутъ въ направленіи D*e* параллельномъ къ наклоненной плоскости. Но естьли бы тянули онѣ въ направленіяхъ DF или DE, то потеряли бы часть силы. Причину сего послѣ увидимъ.

542.

542. Ясно видно, что наклоненная плоскость держитъ часть груза D, потому что гири меньше онаго вѣсомъ не допускаютъ его упасть. Тѣло *k* (*фиг.* 98) стремится упасть по направленію вертикальному *kh* (202); удерживается же отъ сего наклоненною плоскостію *ac*, по которой оно принуждено двигаться. Подставка его въ *d*: и такъ полупоперешникъ *dk* можно принять за рычагъ, на концѣ котораго *k* дѣйствуютъ двѣ силы; одна, тяжесть тѣла *k*, въ направленіи *kh*, косвенномъ къ полупоперешнику *dk*, а другая *kp*, перпендикулярная къ сему полупоперешнику. Длина рычажнаго плеча послѣдней сей силы есть цѣлой полупоперешникъ *dk*, а длина плеча рычажнаго, которымъ дѣйствуетъ вѣсъ тѣла *k*, не болѣе какъ *de*, синусъ угла между направленіемъ *kh* и между полупоперешникомъ *kd* заключающагося (483).

543. Но какъ силы должны быть въ обратномъ содержаніи долготъ плечъ рычажныхъ (481), то сила *kp* должна содержаться къ вѣсу тѣла *k*, какъ *de* къ *dk*. Но *de* къ *dk* содержится какъ *ab*, высота плоскости къ *ac* длинѣ ея. Ибо треугольникъ *dek* подобенъ треугольнику *abc*, какъ то легко видѣть можно. И такъ будетъ

тоже содержаніе между de, и dk, и ek, какое между ab, высотою наклоненной плоскости, и ac ея длиною, и bc ея основаніемъ: почему de представляетъ вышину плоскости ab, а dk представляетъ ея долготу ac. Изъ чего слѣдуетъ, что *въ случаѣ, когда направленіе силы параллельно къ долготѣ наклоненной плоскости, сила должна содержаться къ грузу, какъ вышина плоскости содержится къ ея долготѣ.*

544. Но когда направленіе силы косвенно къ долготѣ плоскости, то будетъ она въ другомъ содержаніи. На примѣръ, *ежели сіе направленіе* km *параллельно къ основанію плоскости, то сила должна содержаться къ грузу, какъ высота плоскости къ ея основанію*: какъ de къ ek, или къ do линѣѣ, которая параллельна и равна линѣѣ ek: линѣя же do есть синусъ угла между направленіемъ km силы и между полупоперешникомъ dk. Во всѣхъ прочихъ степеняхъ косвенности всегда синусъ угла, между направленіемъ силы и между полупоперешникомъ dk заключающійся, опредѣлитъ содержаніе.

545. Наконецъ, чтобы опредѣлить сіе содержаніе вообще, то можно сказать, что

во всѣхъ случаяхъ *грузъ и сила должны содержаться между собою, какъ синусы угловъ, составляемыхъ съ полупоперешникомъ dk, направленіемъ силы и линѣею вертикальною* (483), которая линѣя есть направленіе тяжести.

546. Поелику наклоненная плоскость держитъ только часть груза (542), то не совершенную тяжесть сего груза должно держать силѣ, но только его относительную тяжесть; то есть, ту часть его вѣсу, которая не поддерживается наклоненною плоскостію. Смотри выше (236 *и слѣд.*), какое есть содержаніе между сею относительною тяжестію и наклоненіемъ плоскости.

О Клинѣ.

547. Клинъ, одна изъ шести машинъ, почитаемыхъ простыми, есть треугольная призма DAC (*фиг.* 99), или, что все равно, тѣло состоящее изъ трехъ плоскостей DCcd, DdaA, CcaA, которыми ограничиваются два треугольника DAC, dac. Двѣ плоскости DdaA, и CcaA, которыя суть самыя длинныя, и которыя называются его *боками*, при линѣи A составляютъ

уголъ, которой называется *остріемъ клина*: а плоскость D C *c* D самая меньшая изъ трехъ, которою опредѣляется взаимное двухъ прочихъ въ верху разстояніе, называется *основаніемъ клина*. Линѣя A B называется вышиною или *осью клина*.

548. Дѣйствіе клина можно относить къ дѣйствію наклоненной плоскости (539), поколику плоскость A C *ca* наклонена къ плоскости A D *da*.

549. Клинъ употребляется къ раскалыванію, подниманію, или сжиманію тѣлъ; и чтобы привести его въ дѣйствіе, то ударяютъ по немъ обыкновенно жескимъ тѣломъ, а иногда гнѣтутъ тяжестію. Сопротивленіе, которое требуется преодолѣть посредствомъ клина, часто происходитъ отъ сцѣпленія частей, которое трудно вымѣрять. Удареніе, приводящее клинъ въ дѣйствіе, также есть такая сила, которую трудно сравнивать съ силою гнѣтенія: для сего примѣненіе теоріи клина къ практикѣ не можетъ быть сдѣлано съ великою точностію. Чтобы сколько возможно приближиться къ сей точности, предположимъ силы, которыхъ дѣйствіе извѣстно, на примѣръ, тяжести, и посмотримъ въ какомъ содер-

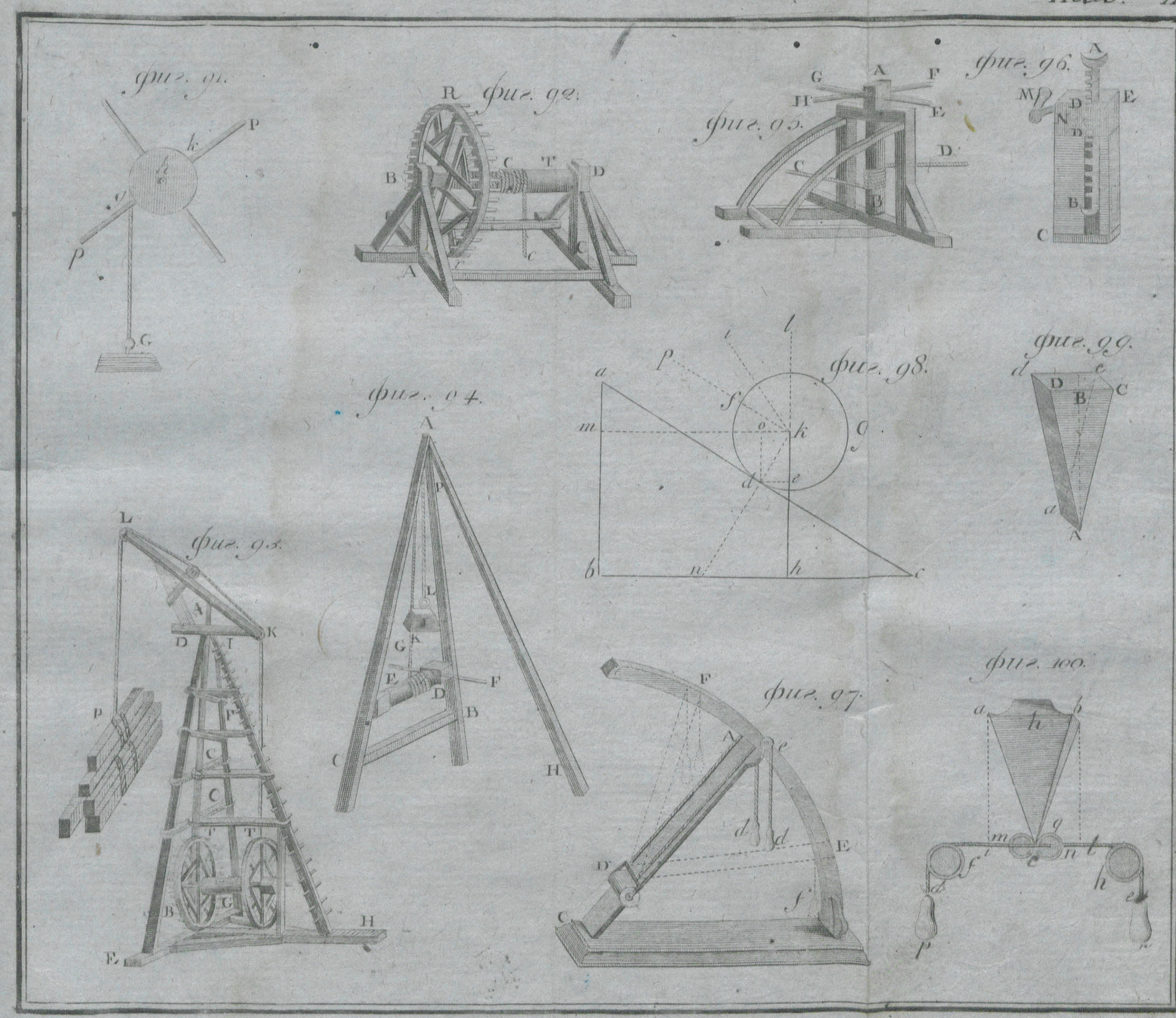
державіи между собою бываютъ сила движущая и сопротивленіе, когда клинъ между ними вложенъ.

550. И такъ положимъ, что два катка *m*, *n*, (*фиг.* 100) привязаны, одинъ *m* къ веревкѣ *m l e*, а другой *n* къ веревкѣ *n i d*, которыя веревки держатъ каждая по 10 фунтовъ вѣсу *p* и *r* и проходятъ чрезъ блоки *f* и *h*: положимъ еще, что основаніе *ab* клина равно половинѣ высоты его *ch*. Потребно гнѣтеніе 5 фунтовъ, чтобы держать сей клинъ въ равновѣсіи съ суммою двухъ тяжестей, которая равняется 20 фунтамъ; а нѣсколько больше 5 фунтовъ, чтобы спустился онъ всею своею высотою *ch*, при чемъ треніе въ щетъ не принимается. Изъ самаго расположенія видно, что когда клинъ вдавится всею своею высотою *ch*, то двѣ тяжести *p* и *r* поднимутся каждая на количество равное половинѣ *il*, которая равна съ *ab*, основаніемъ клина. А какъ для произведенія равновѣсія надобно силѣ съ сопротивленіемъ быть въ обратномъ содержаніи скоростей (481), или пространствъ перейденныхъ въ одинакое время, то явствуетъ, что, *въ случаѣ равновѣсія, сила къ сопротивленію должна содержаться, какъ половина основанія клина къ его*

 вы-

высотѣ. Слѣдовательно, чѣмъ острѣе клинъ, тѣмъ дѣйствіе его сильнѣе, и одинакая сила посредствомъ его больше производитъ дѣйствія.

551. Когда клинъ стремится раздѣлить части тѣла жескаго, которыя великое между собою имѣютъ сцѣпленіе, какъ сіе весьма часто случается, то онъ сильнѣе становится по мѣрѣ, какъ углубляется между сими частями. Ибо положимъ, что двѣ палки деревянныя *sq* и *tr* (*фиг.* 101) крѣпко связаны перевязками *p*, *u*, *x* и проч. которыя всѣ равны силою, и которыя представляютъ, на примѣръ, сцѣпленіе частей въ полѣнѣ; то клинъ, поставленъ будучи между обѣими палками, дѣйствуетъ какъ бы между плечами *sp*, *tp* двухъ угловатыхъ рычаговъ *spq*, *tpr*, а другія два плеча *pq*, *pr*, держимыя въ перевязкахъ, взаимно другъ на друга опираются. Ежели сила клина превосходитъ нѣсколько силу первой перевязки *p*, то она разорвется. Вторая перевязка *u*, хотя столь же сильная, какъ и первая, скорѣе перервется отъ дѣйствія того же клина, ибо тогда плеча рычаговъ, по которымъ онъ дѣйствуетъ, длиннѣе будутъ количествомъ *pu*; и такъ далѣе.


Таб. 11.
фиг. 91.
фиг. 92.
фиг. 93.
фиг. 96.
фиг. 98.
фиг. 99.
фиг. 94.
фиг. 95.
фиг. 97.
фиг. 100.

лѣе
ско
вен
раз
лы

ме
шп
сі
по
др
ры
уг
иг
кл

сп
ил
А
сд
С
п
п
ш
ш

лѣе. Для сего-то безъ сомнѣнія дерево жеское и сухое, камни, стекло, и вообще всѣ вещества, которыхъ части весьма жески, раздробляются осколками, и легко раскалываются какъ скоро надколешь.

552. Къ клину причислены всѣ инструменты съ остріемъ, какъ: ножи, топоры, шпаги, пики и проч. Въ самомъ дѣлѣ всѣ сіи инструменты имѣютъ покрайней мѣрѣ по двѣ плоскости, наклоненныя одна къ другой, иногда по четыре и болѣе, которыя всѣ вмѣстѣ составляютъ между собою уголъ больше или меньше острый. Гвозди, иглы, булавки и проч. заступаютъ мѣсто клина и должны почитаемы быть за оной.

О Щурупѣ или Винтѣ.

553. Щурупъ или винтъ, одна изъ шести машинъ, почитаемыхъ простыми, есть или конусъ весьма вытянутой, или цилиндръ AB (*фиг.* 102), на окружности котораго сдѣланъ жолобъ на подобіе улитки обвитой CFG. Можно представить, что щурупъ происходитъ отъ равномѣрнаго движенія прямой линѣи FG (*фиг.* 103), описывающей поверхность цилиндра KH, когда въ то же время точка F спускается съ равномѣр-

мѣрною скоростію изъ F въ I, изъ I въ G. Явственно видно, что сія точка, сдѣлавъ три оборота съ четвертью, перейдетъ линѣю подобную улиткѣ FLMHKNOP. Перегородку CF (*фиг.* 102) между оборотами жолоба назовемъ *веревкою винта* или *ободомъ*; а разстояніе CG между двумя веревками *жолобомъ*

554. Дѣлается также веревка и жолобъ внутри цилиндрической пустоты, сдѣланной въ кускѣ металла или дерева CD (*фиг.* 104), чтобы винтъ былъ внутренній, который обыкновенно называется *гайкою*.

555. Не трудно усмотрѣть, что веревка винта есть плоскость наклоненная къ основанію цилиндра AB (*фиг.* 102), и что сія плоскость тѣмъ болѣе къ оному наклонена, чѣмъ промежутки CG менѣе. Вышина сей плоскости есть разстояніе между двумя винтовыми ободами: основаніе ея есть окружность винта, а длину ея покажетъ сія окружность и промежутокъ ободовъ; ибо, ежели развить одинъ изъ сихъ ободовъ ab, то онъ составитъ съ своимъ углубленіемъ bc и своимъ основаніемъ или окружностію ac винта треугольникъ abc, прямоугольной въ c, котораго бокъ ab легко узнать, потому

тому что извѣстны прочія два, равно какъ и уголъ въ *c*. И такъ, когда винтъ оборачивается въ своей гайкѣ, то двѣ наклоненныя плоскости скользятъ одна по другой.

556. Смотря по матеріи, изъ которой щурупы дѣлаются, или въ которую должно оныe ввинчивать, и по усиліямъ, которыя имъ должно выдерживать, даются разныя формы ихъ ободкамъ. Въ деревянныхъ щурупахъ дѣлаются ободки C, G, F, угловатые, дабы чрезъ то сохранить ихъ въ силѣ; ибо по сей фигурѣ имѣютъ они свое основаніе на цилиндрѣ ширѣ. Такая же форма дается винтикамъ желѣзнымъ, въ дерево ввинчиваемымъ, которые суть конусы вытянутые и къ концамъ завостроватые, и которые сами должны вывинчивать свою гайку въ деревѣ. Оные подобны буравамъ и сверламъ или клиньямъ вкругъ обращающимся, которыхъ уголъ тѣмъ легче входитъ въ дерево, чѣмъ онъ острѣе. Но у большихъ щуруповъ металлическихъ (*фиг.* 105), которые служатъ для гнетовъ и станковъ, дѣлаются ободки четвероугранные *f*, *f*, чтобы болѣе было въ нихъ тренія отъ увеличенной поверхности каждаго обода; ибо

ибо часто отъ тренія происходитъ главное дѣйствіе щурупа.

557. Щурупы служатъ наипаче къ сильному стѣсненію тѣлъ, а иногда къ подниманію тяжести или грузовъ, или для подвиганія нѣкоторыхъ вещей на опредѣленное количество. Для сего употребляется и щурупъ и гайка, изъ которыхъ одинъ или другая служатъ центромъ движенія. Иногда щурупъ бываетъ подвижной, а гайка неподвижная; иногдаже щурупъ неподвижной, а гайка подвижная; но и въ томъ и въ другомъ случаѣ дѣйствіе щурупа тоже.

558. Когда требуется употребить сію машину, то прикрѣпляется или прикладывается одно изъ двухъ (щурупъ, или гайка) къ сопротивленію, которое надобно преодолѣть, а другое служитъ какъ бы подставкою. Тогда, оборачивая кругомъ, приводятъ въ движеніе гайку на щурупѣ, или щурупъ въ гайкѣ, и такимъ образомъ противящееся сему движенію подается въ ту или другую сторону. На примѣръ, въ тискахъ у слѣсарей одна половинка дѣйствіемъ щурупа придвигается къ другой, у которой утверждена гайка. Надлежитъ, какъ сіе видно, силѣ сдѣлать оборотъ цѣлой, чтобы двинуть сопротивленіе на разстояніе проме-

жутка

жутка винтоваго, то есть, на количество равное разстоянію между ободами. Ежели сила непосредственно устремлена къ щурупу, то перебѣгаемое ею пространство, или степень ея скорости есть *ac* (*фиг.* 102), которая есть мѣра окружности винта (555), а степень скорости сопротивленія есть *cb*, мѣра жолоба. Но какъ обыкновенно оборачиваемы бываютъ винты, а паче толстые, рычагами, или инымъ чѣмъ равносильнымъ; то сила движущая гораздо болѣе перебѣгаетъ пути, нежели когда бы она непосредственно приложена была къ винту: тогда не чрезъ *ac* уже изображается скорость ея, а чрезъ окружность того круга, котораго полупоперешникъ есть рычагъ DE. И какъ, для учиненія равновѣсія, надобно силамъ быть въ содержаніи обратномъ ихъ скоростей, то можно вообще положить, что въ употребленіи винта, когда въ щетъ не принимать треній, *сила къ сопротивленію, въ случаѣ равновѣсія, содержится какъ ширина жолоба къ окружности, которую описываетъ сила.* Изъ чего слѣдуетъ, что одинакое сопротивленіе будетъ преодолѣно тѣмъ меньшею движущею причиною, чѣмъ менѣе жолобъ винтовой и чѣмъ длиннѣе будетъ рычагъ,

чагѣ, которымѣ будетѣ оная дѣйствовать. Но вѣ семѣ послѣднемѣ случаѣ она перейдетѣ больше пути: слѣдовательно потеряетѣ то во времени, что выиграетѣ вѣ силѣ, какѣ сіе непремѣнно всегда бываетѣ.

О Щурупѣ или Винтѣ безконечномѣ

559. Безконечной щурупѣ или винтѣ много разнствуетѣ отѣ тѣхѣ, о которыхѣ мы теперь говорили (553 *и слѣд.*) Сіи послѣдніе движутся вѣ гайкахѣ и перестаютѣ оборочиваемы быть, когда всею своею длиною подвинутся. Вмѣсто того безконечной винтѣ есть такой цилиндрѣ, которой всегда оборачивается вѣ одну сторону, на двухѣ твердыхѣ шипахѣ A и B (*фиг.* 106); дѣйствіе его непрерывно: отѣ чего и названіе ему дано. Ободки, или огибы сего щурупа Z, *h*, которые чаще бываютѣ четвероградные, зацѣпляются за зубцы колеса вертикальнаго C*h*, у котораго на оси утвержденѣ катокѣ T сѣ веревкою, кѣ которой привязанѣ грузѣ P, которой требуется поднять. Весьма малая сила, дѣйствуя рукояткою M E, можетѣ поднять великой грузѣ P; но на сіе потребно много времени, какѣ то увидимѣ.

560.

560. Изслѣдуемъ содержаніе тяжести P къ силѣ Q. Явственно видно, что тяжести P противустоитъ непосредственно сопротивленіе ободка *h* щурупа, противуполагаемое зубцу колеса, по направленію *hg* перпендикулярному къ полупоперешнику C*h*. Сей ободокъ *h* дѣйствуетъ по полупоперешнику C*h* колеса, а тяжесть P дѣйствуетъ по полупоперешнику катка. И такъ, чтобъ произошло равновѣсіе, надобно силѣ въ *h* содержаться къ тяжести P, какъ полупоперешникъ катка содержится къ полупоперешнику колеса (478 *и слѣд*.).

561. Но какъ ободокъ щурупа жметъ зубцы колеса по направленію *hg*, такъ и самъ жмется обратно по противному направленію *hi*, и съ тою же силою, чрезъ противудѣйствіе зубца колеса, которое тяжесть P силится оборотить въ сію сторону. Естьли бы сія послѣдняя сила превозмогла, то она бы принудила полупоперешникъ ME рукоятки сдѣлать оборотъ вкругъ, между тѣмъ какъ колесо назадъ бы спустилось на одинъ зубецъ. И такъ, чтобы произошло равновѣсіе, надобно силѣ Q содержаться къ противудѣйствію зубца колеса, какъ ширина жолоба *zh* винта къ окружности, которую описываетъ полупо-

пере-

перешникѣ МЕ, чрезъ которой дѣйствуетъ сила Q.

562. И такъ содержаніе, которое долженъ имѣть грузъ Р, въ случаѣ равновѣсія, къ силѣ Q, можно изобразить такъ: *грузъ къ силѣ содержится, какъ произведеніе полупоперешника колеса, умноженнаго на окружность описываемую полупоперешникомъ рукоятки, къ произведенію полупоперешника катка, умноженнаго на ширину жолоба винта.*

563. Можно также иначе изобразить сіе содержаніе. Мы недавно сказали (561), что сила Q дѣлаетъ оборотъ рукоятки МЕ, чтобы въ передъ подвинуть зубецъ колеса; и слѣдовательно, чтобы поднять грузъ Р на количество равное окружности катка, надобно рукояткѣ столько разъ обернуться, сколько есть зубцовъ на колесѣ. И какъ силы должны быть въ обратномъ содержаніи скоростей или пространствъ перейденыхъ, то можно сказать: *грузъ къ силѣ содержится, какъ сумма окружностей, описанныхъ концемъ полупоперешника рукоятки, къ окружности катка.*

564. Изъ сего слѣдуетъ, что поелику движеніе колеса чрезмѣрно медленно, въ сравненіи съ движеніемъ рукоятки, то весьма

ма

ма малая сила потребна къ поднятію великаго груза, посредствомъ безконечнаго щурупа. На примѣръ, положимъ, что въ *фиг.* 106, колесо Ch имѣетъ 19 зубцовъ; а у винта одинъ только ободокъ, которой въ каждой оборотъ перепускаетъ по одному зубцу колеса; окружность катка T пусть будетъ въ одинъ футъ, а окружность описываемая полупоперешникомъ рукоятки EM пусть будетъ въ 5 футовъ. Когда колесо Ch разъ обернется, то грузъ P подниметсся на 1 футъ; а пространство перейденное силою Q будетъ 19 разъ 5 футовъ, или 95 футовъ. И такъ скорость силы Q будетъ содержаться къ скорости груза P, какъ 95 къ 1. Слѣдовательно сія сила однимъ фунтомъ будетъ держать 95 фунтовъ: а ежели она будетъ равна 30 фунтамъ, то держать будетъ 2850.

565. Ежелибъ колесо Ch имѣло въ двое болѣе зубцовъ, или бы полупоперешникъ рукоятки EM въ двое былъ длиннѣе; то самая таже сила произвела бы дѣйствіе въ двое, то есть, держала бы 5700 фунтовъ.

566. Но ежели, не перемѣняя числа зубцовъ колеса Ch, или длины полупоперешника EM рукоятки, сдѣлать на оси колеса, вмѣсто катка T, другой безконечной щу-

щурупъ, котораго ободокъ зацѣплялъ бы за зубцы втораго колеса, у котораго было бы тоже число оныхъ и былъ бы катокъ T держащій вѣсъ P; то таже сила Q могла бы держать вѣсъ въ 19 разъ болѣе перваго, то есть, что сія сила, сама по себѣ будучи только въ 30 фунтовъ, могла бы держать 54150 фунтовъ.

О Щурупѣ Архимедовомъ.

567. Сія машина, изобрѣтенная Архимедомъ, весьма способна къ подниманію воды. Она есть цилиндръ CD (*фиг.* 107), оборачивающійся на двухъ шипахъ, около котораго обвитъ улиткою пустой каналъ *Cadegfi*. Цилиндръ сей наклоняютъ къ горизонту подъ угломъ около 45 градусовъ, и отверстіе C канала погружаютъ въ воду. Сей каналъ, которой въ изображенной фигурѣ открытъ во всю его длину, долженъ быть закрытъ со всѣхъ сторонъ, выключая два конца его. Когда посредствомъ рукоятки M, или инымъ образомъ, щурупъ сей оборачивать; то вода станетъ втекать въ извитой каналъ, переходить изъ одного завитка въ другой и вытекать будетъ въ верхней конецъ *i* пустаго канала.

568.

568. Сія машина весьма проста, и изобрѣтеніе ея весьма удачно: вода поднимается, не опускаяся въ низъ, какъ то нѣкоторые утверждали, но тою же силою, которая стремитъ ее въ низъ, словомъ, тяжестію своею. Частица воды находящаяся въ нижней части щурупа, на примѣръ, въ *d*, не можетъ остаться въ точкѣ *d*, когда щурупъ оборачивается, и сія точка *d* переходитъ въ *a*, мѣсто возвышеннѣе, нежели была точка *d* прежде оборачиванія щурупа, потому что тяжесть сея частицы принуждаетъ ее переходить въ точку послѣдующую за точкою *d* въ нижней части щурупа, которая точка ниже будетъ, нежели точка *a*, но въ тоже время выше, нежели какъ была точка *d*, прежде нежели перешла въ *a*: такимъ образомъ сія частица воды, стремяся всегда стоять на нижнемъ мѣстѣ, находится въ каждое мгновеніе въ точкахъ болѣе и болѣе возвышенныхъ и несется къ онымъ дѣйствительно своею тяжестію. Что мы сказываемъ о сей частицѣ воды, тоже сказать можно о всѣхъ прочихъ. И такъ, чтобы какое нибудь вещество могло подниматься въ щурупѣ Архимедовомъ, надобно ему быть жидкому и тяжелому.

569. Симъ щурупомъ весьма удобно поднимать великое количество воды самою малою силою: по чему онъ весьма полезенъ быть можетъ для осушенія озеръ и прудовъ. Но не можетъ сей щурупъ поднимать воду на великую высоту, потому что необходимо долженъ быть онъ наклоненъ, а для сего не можетъ высоко поднимать воду, не бывъ весьма длиненъ, а чрезъ то весьма тяжелъ, и не подвергаясь изогнутію или потерянію своего равновѣсія; по чему требовалась бы тогда великая сила, чтобы привести его въ движеніе.

О сопротивленіяхъ, встрѣчающихся въ Машинахъ, когда онѣ готовы къ движенію.

570. Естьли бы матеріи, изъ которыхъ машины составляются, были совершенно твердыя и совершенно полированныя, и естьли бы веревки, которыя иногда употребить необходимо должно, чтобы переносить дѣйствіе движущей силы отъ одной части машины къ другой, имѣли совершенную гибкость; то довольно бы было предложенной нами теоріи равновѣсія, чтобы во всякомъ случаѣ опредѣлять силу потребную къ по-

тому, чтобы держать въ равновѣсіи сопротивленіе данное; и когда бъ сія сила была найдена единожды, то можнобъ увѣриться несомнѣнно, что прибавкою къ ней небольшаго количества равновѣсіе бы прервалось и сопротивленіе было бы преодолѣно; но въ Физическомъ и естественномъ состояніи машинъ не то бываетъ. Можетъ случиться, что когда сила опредѣляемая по теоріи и увеличена на довольно великое количество, но машина не приходитъ въ движеніе. Треніе поверхностей между собою и сопротивленіе веревокъ, когда требуется ихъ огибать около блоковъ или цилиндровъ, препятствуютъ движенію машины; величину сихъ сопротивленій весьма трудно измѣрить: и такъ не должно льстить себя точною теоріею въ семъ дѣлѣ, которое сопряжено бываетъ съ случаями и затрудненіями Физическими, которыя можетъ быть никогда не могутъ быть доведены до совершенной ясности.

571. Мы довольно пространно говорили прежде (96 *и слѣд.*) о сопротивленіи, происходящемъ отъ тренія; почему и отсылаемъ читателя къ оному мѣсту. Теперь предложимъ о сопротивленіи, происходящемъ отъ жескости веревокъ.

О *Жескости веревокъ.*

572. Веревки суть тѣла длинныя, и больше или меньше гибкія, составленныя изъ многихъ нитей, изъ матеріи растительной, или животной, или минеральной, сложенныя вмѣстѣ и скрученныя. Изъ растительной матеріи дѣлаются веревки, какъ то: изъ пеньки и коры древесной; пеньковыя наиболѣе употребляются и преимуществуютъ передъ дѣлаемыми изъ древесной коры; потому что крѣпче. Изъ животныхъ веществъ дѣлаются, какъ то изъ шелку, кишокъ и жилъ. Изъ минеральной матеріи дѣлаются, какъ то: изъ желѣзной и мѣдной проволоки.

573. Препятствіе, происходящее отъ жескости веревокъ, когда потребно ихъ изгибать на блокахъ или цилиндрахъ, весьма велико бываетъ и трудно оное вымѣрять, какъ выше мы сказали (570). Начальныя правила, которыя теперь хотимъ предложить, хотя и не во всей строгости, суть истинныя; но покрайней мѣрѣ сообразны тому, что опытъ показываетъ. Г. *Амонтонъ* первый предложилъ методически о сей матеріи (смотри *Mem. de l' Acad. Royale des Sc. année 1699, page 217*). Онъ описываетъ

опыты,

опыты, дѣланные имъ для точнаго извѣданія тѣхъ пропорцій, въ которыхъ сіи сопротивленія увеличиваются. Изъ сихъ опытовъ открывается, что жескость веревокъ зависитъ наипаче отъ трехъ вещей: 1 е. отъ силы, которая держитъ веревки натянутыми; 2е. отъ толщины веревокъ: 3е. отъ количества, на которое изгибаемы онѣ бываютъ, или что все равно, отъ діаметра блоковъ или цилиндровъ, по которымъ они изгибаемы бываютъ.

574. Положимъ, что двѣ веревки A C, B D (*фиг.* 108) привязаны къ недвижнымъ точкамъ A и B; что каждою обвитъ въ одинъ рядъ цилиндръ E E. Естьли бы онѣ не имѣли жескости, и были бы совершенно гибки, то довольно было бы одной тяжести цилиндра, чтобъ ему упасть; вмѣсто сего надобно, чтобы принудить его упасть, прибавить къ нему вѣсу тѣмъ больше, чѣмъ съ большею силою веревки натянуты. Чтобы въ семъ удостовѣриться, пусть привязана будетъ къ цилиндру E E чашечка G на снуркѣ на цилиндръ навитомъ съ противной стороны, нежели съ которой навиты веревки A C, B D, и пусть будутъ натянуты сіи веревки гирями, положенными на доску C D. Изъ сего увидимъ 1е. что для

спущенія цилиндра вЬ низЬ, и слѣдовательно для превозможенія жескости веревокЪ, надобно приложить вЬ чашечку G тяжесть тѣмЬ большую, чѣмЬ болѣе тяжесть положена на доскѣ CD, которою натянуты веревки. Ежели грузЬ, натягивающій веревки 1е. во 100 фунтовЬ; 2е. вЬ 200 фунтовЬ; то надобно вЬ чашечкѣ G во второмЬ случаѣ положить вѣсЬ вЬ двое болѣе того, которой положить бы должно было вЬ первомЬ случаѣ. ИзЬ чего слѣдуетЬ, что *сопротивленіе жескости веревокЪ, происходящее отЪ силЪ натягивающихЪ сіи веревки, возрастаетЪ вЪ прямомЪ содержаніи сихЪ силЪ.*

575. 2е. Что при томЬ же цилиндрѣ и той же степени натянутія веревокЬ, надобно прибавить вЬ чашечку G грузЬ тѣмЬ болѣе, чѣмЬ діаметрЬ веревокЬ болѣе. Ежели діаметрЬ сей 1е. вЬ 10 линій; 2е. вЬ 20 линій: то надобно быть грузу вЬ чашечкѣ G во второмЬ случаѣ вЬ двое больше противЬ того, которой надлежало положить вЬ первомЬ случаѣ. ИзЬ чего слѣдуетЬ, что *сопротивленіе жескости веревокЪ, происходящее отЪ ихЪ толщины, возрастаетЪ токмо вЪ содержаніи діаметровЪ веревокЪ, а не толщины ихЪ.*

576. 3e. Что когда опытЪ производится надЪ тѣми же веревками, натянутыми тою же силою и при томЪ же діаметрѣ цилиндра, обвитаго снуркомЪ сЪ чашечкою G, тогда должно прибавить вЪ сію чашечку тѣмЪ больше вѣсу, чѣмЪ менѣе будетЪ діаметрЪ цилиндра, на которой навиты веревки; но не всегда по пропорціи уменьшенія сего діаметра. Ибо *сопротивленіе жесткости веревокЪ* (которое умножается конечно по мѣрѣ уменьшенія цилиндра) *не всегда столько же увеличивается, сколько умаляются діаметры цилиндровЪ, на которые онѣ навиты.*

577. Чтобы изЪяснить сіе, положимЪ, что веревка $ihfeL$ (*фиг.* 109), привязана кЪ неподвижной точкѣ i и навита на цилиндрЪ e. ДіаметрЪ fe цилиндра и діаметрЪ eh веревки можно представить какЪ бы составляющіе вмѣстѣ рычагЪ неравноплечій, котораго подставка вЪ e, вЪ точкѣ, вЪ которой веревка касается цилиндра. ГрузЪ чашечки G дѣйствуетЪ плечомЪ рычага fe, а грузЪ привязанный кЪ концу веревки L, который ее натягиваетЪ, дѣйствуетЪ плечомЪ рычага eh, или діаметромЪ веревки. Легко теперь усмотрѣть, что двойной грузЪ дѣйствуя симЪ плечомЪ рычага, произве-

детЪ

детъ и дѣйствіе въ двое большее. Изъ сего происходитъ первое правило (574).

578. Предполагая ту же фигуру, видѣть можно, для чего по мѣрѣ какъ *e h*, или, что все равно, діаметръ веревки увеличивается, сила груза L увеличивается въ той же пропорціи: ибо сей грузъ дѣйствуетъ тогда по плечу рычага должайшему; отъ чего и болѣе напряженія получаетъ къ увеличенію жескости веревки. Отсюда проистекаетъ второе правило (575). Изъ чего видно, что діаметръ веревки, а не плотность ея производитъ болѣе дѣйствія; потому что сопротивленіе, причиняемое діаметромъ веревки, происходитъ единственно отъ того, что симъ діаметромъ удаляемо или приближаемо бываетъ дѣйствіе груза L къ подставкѣ *e*; а не потому, что веревка имѣетъ въ себѣ болѣе матеріи; ибо естьли бы сіе такъ было, то сопротивленіе сіе увеличивалось бы или уменьшалось по квадратамъ діаметровъ веревочныхъ.

579. Для изъясненія третьяго правила (576), то есть, для чего сопротивленіе жескости веревокъ увеличивается по мѣрѣ, какъ цилиндры, на которыхъ онѣ навиты, умаляются; положимъ, что натянута веревка A B D C (*фиг.* 110): ежели надобно

ее

ее обогнуть около цилиндра K, то необходимо должно разтянуть ея части въ половинѣ ея толщины ABEF, чтобы дать ей положеніе *agdehf*, а сжать напротивъ ея части во внутренней половинѣ толщины ея *ehfcib*: сіе разтянутіе съ одной стороны и сіе сжиманіе съ другой дѣлаютъ вещественное сопротивленіе силѣ стремящейся изогнуть веревку: и сіе сопротивленіе тѣмъ больше, 1е. чѣмъ больше сила натягивающая веревку; ибо тогда она становится жесче: 2е. чѣмъ веревка толще; ибо тогда большее число частей разтягивать съ одной стороны, а съ другой сжимать должно; 3е. чѣмъ менѣе діаметръ цилиндра, около котораго веревка огибается, когда веревка остается одинакая: ибо тогда надобно болѣе разтягивать съ одной и съ другой стороны сжимать одинакое количество частей. И такъ меньше потребно силы, чтобы обогнуть туже веревку около цилиндра K, нежели около цилиндра *k*. Но опытъ показываетъ, что сіе сопротивленіе не на столько умножается, на сколько уменьшаются діаметры цилиндровъ.

580. Изъ всего сего слѣдуетъ, что вообще *сопротивленіе, отъ жескости веревокъ происходящее, въ содержаніи сложномъ изъ прямаго содержанія силъ натяги-*

тягивающихъ веревки, изъ прямаго содержанія діаметровъ веревокъ и почти изъ обратнаго содержанія діаметровъ цилиндровъ.

581. Изъ сего слѣдуетъ, что сопротивленіе, отъ жескости веревокъ происходящее въ машинѣ, будучи вымѣрено вѣсомъ такимъ, какой требуется, чтобы противувѣсить сему сопротивленію, становится какъ бы новымъ бременемъ, которое должно приложить къ тому, которое назначено машиною поднять; а какъ сія прибавка бремени прибавитъ еще жескости веревкамъ, то вновь надобно вычислять сіе умноженіе сопротивленія, и прибавлять грузъ потребный къ противувѣсію, и такъ далѣе продолжать, пока сіе сопротивленіе, происходящее отъ постепеннаго увеличенія силы, будетъ такъ мало, что не должно его и въ щетъ принимать. И такъ изъ сего получатся многія суммы умаляющіяся, которыя должно складывать вмѣстѣ и которыя могутъ увеличиться весьма много.

582. Изъ всего сказаннаго нами о происходящемъ отъ жескости веревокъ сопротивленіи слѣдуетъ, что, сколько возможность позволитъ, должно предпочитать большіе блоки меньшимъ, не токмо для того,

го, что они, дѣлая меньшіе обороты, менѣе терпятъ тренія, но и для того, что веревки, обхватывая ихъ, меньшему изгибу подвергаются (579), и слѣдственно меньше дѣлаютъ сопротивленія. Сіе разсужденіе столь важно въ практикѣ, что ежели вычислять жескость веревки по правилу Г. *Амонтона* (*Mem. de l' Acad. des Sc. année 1699, pag 225*), то видѣть можно, что ежели хотѣть поднять бремя въ 800 фунтовъ веревкою въ 20 линій въ діаметрѣ, и блокомъ, которой только въ 3 дюйма, то должно бы увеличить силу 212 фунтами, только для преодолѣнія жескости веревки, не считая 224 фунтовъ или болѣе, потребныхъ на преодолѣніе тренія оси блока: вмѣсто же того при блокѣ, въ 2 фута въ діаметрѣ, 22 фунтовъ, довольно, чтобы преодолѣть жескость веревки, а 23 фунтовъ для преодолѣнія тренія.

583. Какъ веревки, употребляемыя въ большихъ машинахъ и на корабляхъ, стоятъ не малой цѣны, и какъ онѣ должны выдерживать весьма великія усилія, то надлежитъ стараться учинить ихъ прочными, и дать имъ, сколько возможно, болѣе силы. Естьли бы волокна, составляющія веревку, были довольно длинны сами по себѣ, то

доволь-

довольно бы было сложить ихъ вмѣстѣ и связать ихъ пучкомъ подъ одною покрышкою. Сей способъ составлять веревки казался бы, можетъ быть, самымъ простымъ и самымъ удобнымъ сохранить въ нихъ гибкость, которая столько нужна: но какъ сіи волокна имѣютъ длину весьма ограниченную, то изобрѣтенъ способъ дѣлать ихъ длиннѣе чрезъ пряденіе, то есть свивая ихъ вмѣстѣ. Треніе, раждающееся отъ сего соединенія ихъ, столь велико, что онѣ скорѣе перерываются, нежели скользятъ другъ по другу. Такимъ образомъ дѣлаются первыя нити, изъ собранія которыхъ составляется веревочка; а изъ многихъ сихъ веревочекъ, соединенныхъ и свитыхъ вмѣстѣ, составляются толстыя веревки. Не трудно разсудить, что количество матеріи пособствуетъ много силѣ веревокъ; также легко вообразить, что большее число веревочекъ, равно толстыхъ, должны дѣлать веревку крѣпче, которую труднѣе перервать: но какой есть выгоднѣйшій способъ соединять нити или веревочки? Выгоднѣе ли ихъ крутить болѣе, или крутить менѣе? Крученіе умножаетъ, или уменшаетъ силу ихъ? Г. *Реомюръ* (*Mem. de l' Acad. des Sc. annèe 1711 pag. 6*) сдѣлалъ многіе опыты, чтобы

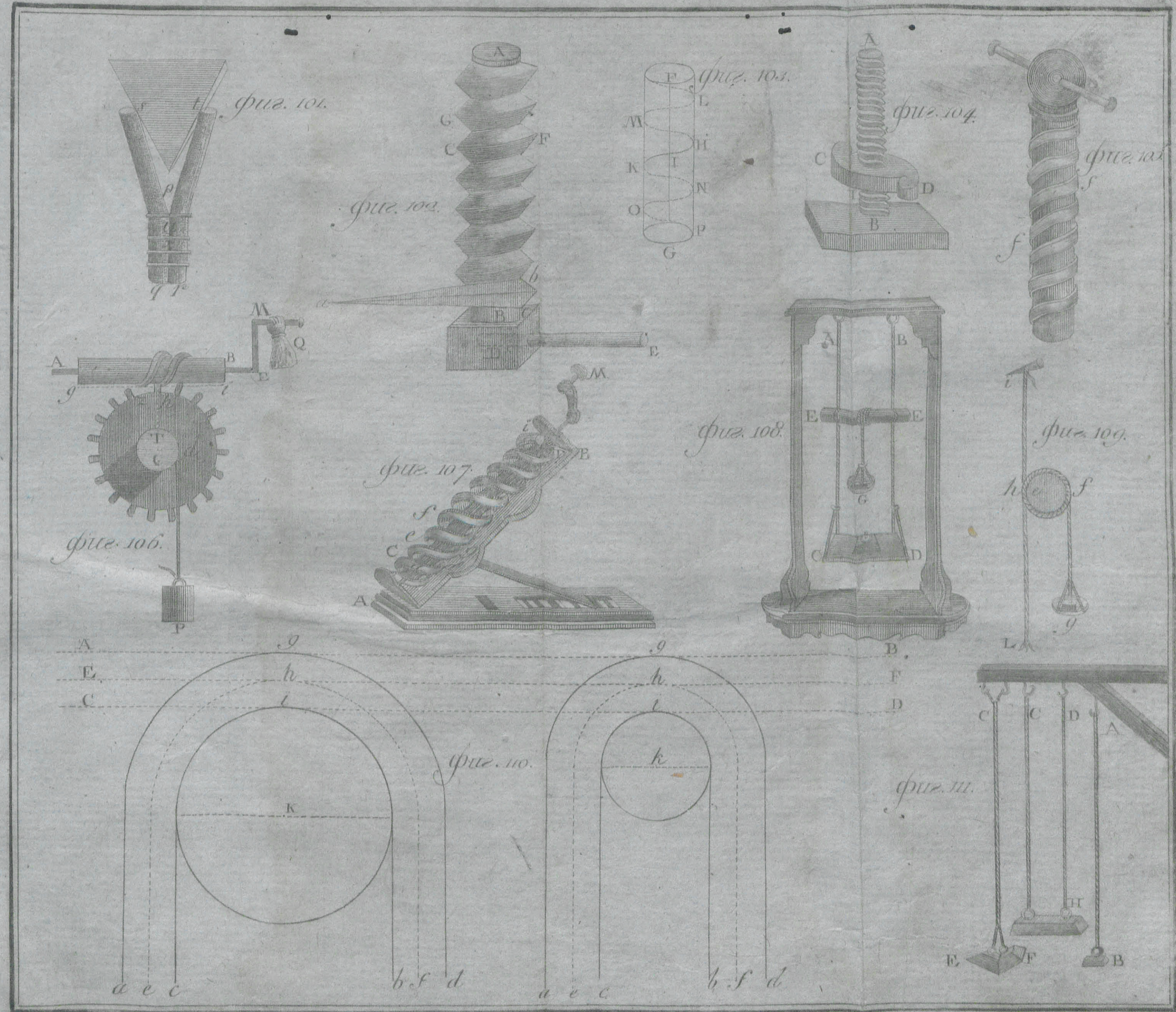
рѣ-

рѣшить сей вопросъ. Испытавъ силу многихъ волоконъ, составилъ онъ многія веревочки изъ сихъ волоконъ, скрученыхъ вмѣстѣ. Никогда сіи веревочки не выносили суммы того вѣсу, которой волокна, составляющія веревку, выносили каждая особливо. Изъ чего заключено, не безъ причины, что крученіе уменьшаетъ силу веревокъ.

584. Не трудно почувствовать причину сего. Въ крученіи многихъ веревочекъ вмѣстѣ, чтобы составить толстую веревку, однѣ изъ нихъ необходимо будутъ крѣпче натянуты, нежели другія: когда веревка должна будетъ выдерживать какое усиліе, то сіе усиліе неравно между ними раздѣлится; болѣе прочихъ натянутая перервется первая; и ежели всѣ онѣ нужны для преодолѣнія усилія, то веревка чрезъ то сдѣлается весьма слаба. Сіе разсужденіе сообразно съ тѣмъ, что ежедневно случается: никогда толстая веревка не перерывается вдругъ; а слышно, какъ веревочки, одна послѣ другой, перерываются. Положимъ, что веревка A B (*фиг.* 111) можетъ снести 10 фунтовъ, и ничего болѣе: ежели изъ двухъ веревокъ, совершенно подобныхъ, свить веревку G, то она не выдержитъ, не перервавшись, двухъ грузовъ E, F, по 10 фун-

товъ. Тоже самое случилось бы, когда бы, вмѣсто того, чтобъ соединить обѣ веревки въ одну, привязать ихъ порознь къ двумъ неподвижнымъ точкамъ C, D, и повѣсить на нихъ грузъ въ 20 фунтовъ H, но такъ, чтобы одна веревка C привязана была къ одному краю груза, а другая D къ половинѣ, или къ трети длины его. Сія послѣдняя, обременена будучи такимъ образомъ болѣе, нежели 10 фунтами, непремѣнно перервется: послѣ чего другая, оставаясь одна обременена 20 ю фунтами, также перервется. Можно къ сему и то прибавить, что нити, при скрученіи для составленія веревки, бываютъ нѣсколько натягиваемы; и сіе натягиваніе заступаетъ мѣсто части того усилія, которое онѣ могутъ выдерживать. И такъ видно теперь, для чего крученіе ослабляетъ веревки; изъ чего слѣдуетъ, что онѣ тѣмъ болѣе ослабляются, чѣмъ болѣе закручены. Я думаю, что должно бы менѣе крутить веревки, нежели какъ обыкновенно сіе дѣлается; онѣ бы чрезъ сіе были менѣе жески и не удобно бы перерывались. Чрезъ сіе пріобрѣли бы онѣ два качества драгоцѣнныя: онѣ были бы прочнѣе, и гибче для навиванія на блоки и цилиндры.

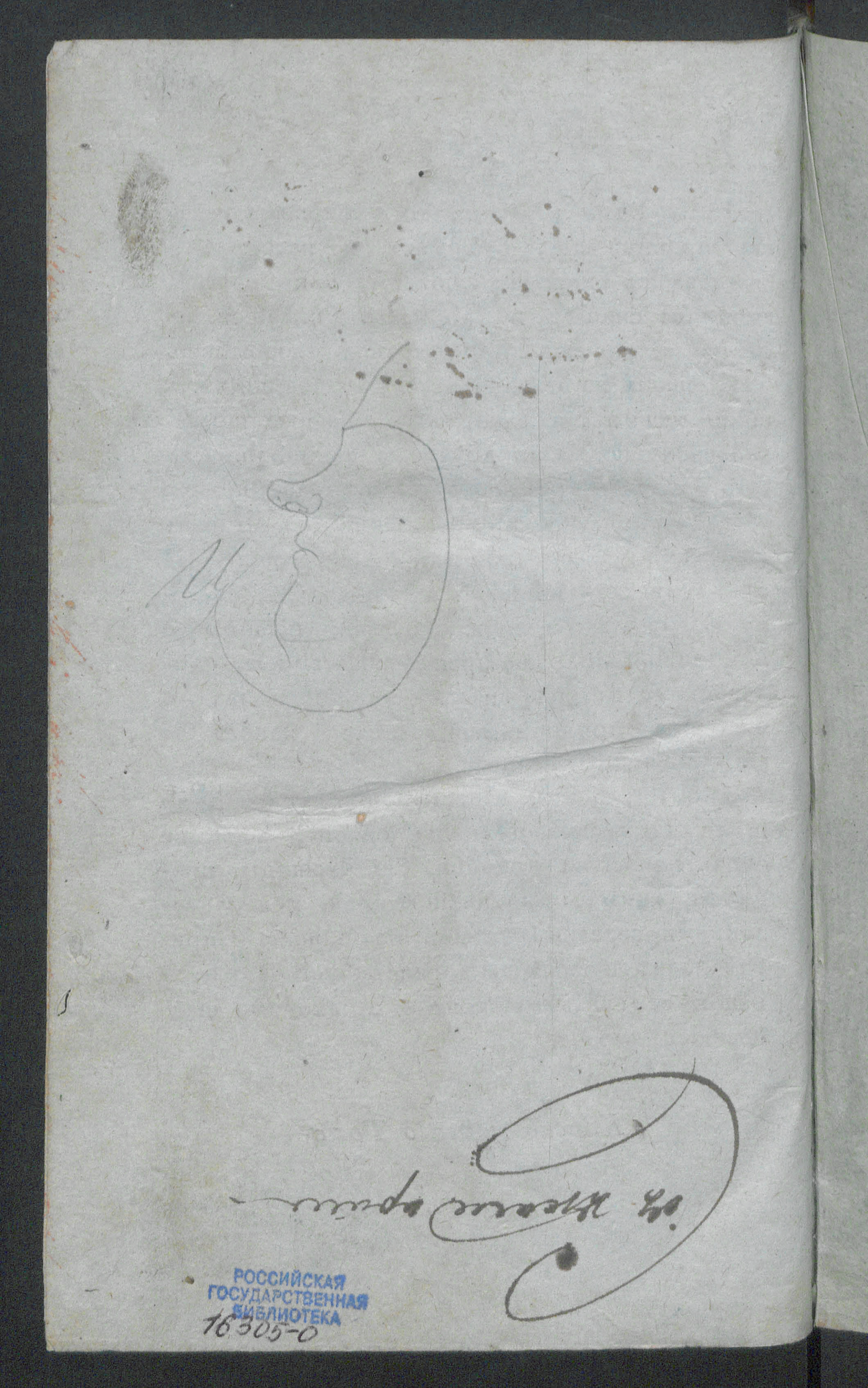
585.


Таб. 12
фиг. 101
фиг. 102
фиг. 103
фиг. 104
фиг. 105
фиг. 106
фиг. 107
фиг. 108
фиг. 109
фиг. 110
фиг. 111

585. Какъ веревки, въ которыя мокрота проникаетъ, бухнутъ и необходимо становятся короче, больше или меньше, какая бы сила имъ въ томъ ни препятствовала: то можно съ пользою употребить их чтобы на небольщое количество поднять тѣло весьма тяжелое, подъ которое требовалось бы подвести другое какое тѣло. Для сего должно привязать сіе тяжелое тѣло, веревкою довольно крѣпкою и долгою, къ точкѣ весьма неподвижной и могущей противиться грузу сего тѣла. Веревку должно натянуть, сколько возможно болѣе; потомъ ее намочить. Мокрота проникнувъ въ нее, сдѣлаетъ ее бухлою и укоротитъ ее такъ, что она приподниметъ тѣло, какого бы вѣсу оное ни было.

586. Частицы влажныя проницаютъ въ тѣла съ весьма великою силою, коея не очень извѣстна причина. Сіи частицы, проницая, какъ бы маленькіе клинья, между волокнами веревки, раздвигаютъ оныя и прибавляютъ толстоты веревкѣ: отъ чего бухнетъ, вся связь волоконъ и необходимо становится короче.

Конецъ перваго Тома.


РОССИЙСКАЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ
БИБЛИОТЕКА
16305-0

Сия книга

[illegible] принадлежит

ученику Философии

Евгению Чертову

Хозяинъ сей книги

Евгений Чертков

Довольно хорошо!

Д

Довольно

Доволь

